

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-134648

(43)Date of publication of application : 17.05.1994

(51)Int.Cl. B23Q 11/10  
 B23B 47/00  
 B23C 3/16  
 B23C 5/28

(21)Application number : 05-132136

(71)Applicant : MAKINO MILLING MACH CO LTD

(22)Date of filing : 02.06.1993

(72)Inventor : NAKAMURA MAKOTO

(30)Priority

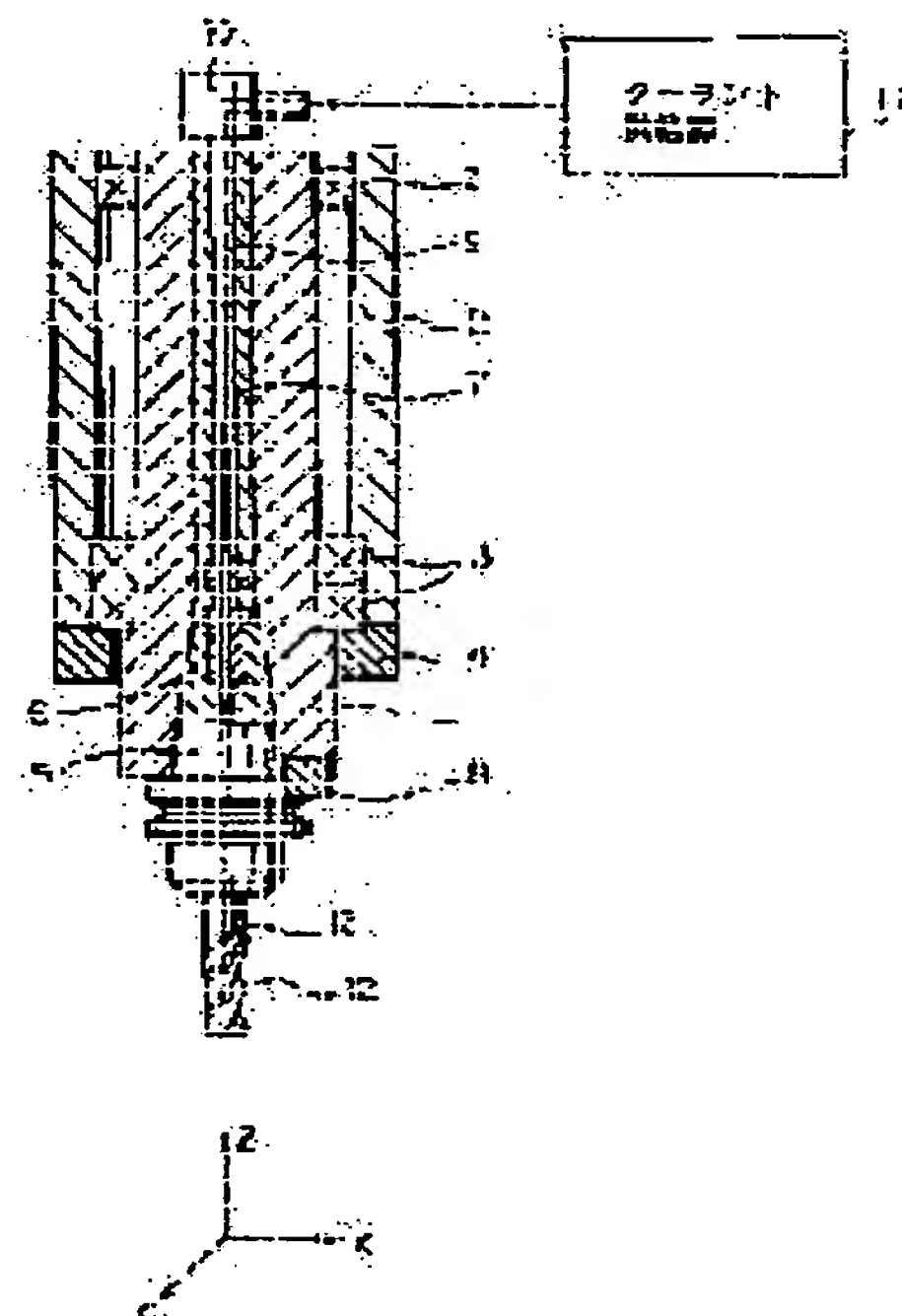
Priority number : 04181571 Priority date : 17.06.1992 Priority country : JP  
 04266709 09.09.1992 JP

## (54) CUTTING METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To rapidly absorb the cutting heat and surely remove the cutting dusts by ejecting the coolant toward the cutting point of a cutting edge part at the tip of a cutting tool, providing a relative feed between the cutting tool and a work while rotating the cutting tool, and cutting the work.

CONSTITUTION: An end mill 12 is removably mounted on the tip part of a tool holder 5. A coolant supplying groove 13 of recessed shape is formed on the outer circumference of the tool body of the end mill 12 immediately before a main cutting edge part. Through holes communicating with a pipe 9 are cut in a pullstud 6 and the tool holder 5, and the coolant to be discharged from a coolant supply source 11 passes through the pipe 9, the pullstud 6 and the tool holder 5, and passes through the coolant supplying groove 13 of the end mill 12, and finally ejected onto the main cutting edge part of the end mill 12. A relative movement in the X, Y and Z axis is executed between the end mill and the work while the end mill 12 being rotated, and the work is cut by supplying the coolant.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.06.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.12.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2894924

[Date of registration] 05.03.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-00426

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 05.01.1998

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

[Claim(s)]

[Claim 1] A tool holder is equipped with the cutting tool which engraved the coolant supply slot of a concave configuration on an axis and parallel by the shape of at least one straight line towards the cutting edge at a tip at the body periphery of a tool from the back end of the shank section. The coolant of a high pressure is introduced into the cutting-tool wearing hole of said tool holder. The cutting approach which gives relative delivery between work pieces and was made to carry out cutting of the work piece while circulating said coolant to coolant supply Mizouchi of said cutting tool, blowing off said coolant to him towards the cutting point of the cutting edge at said tip of a cutting tool and making him rotate said cutting tool.

[Claim 2] The tool holder which engraved at least one coolant supply slot of a concave configuration on the inner skin of a tool wearing hole at an axis and parallel is equipped with a cutting tool. Introduce the coolant of a high pressure into the tool wearing hole of said tool holder, and said coolant is circulated to coolant supply Mizouchi of said tool holder. The cutting approach which gives relative delivery between work pieces and was made to carry out cutting of the work piece while blowing off said coolant towards the cutting point of the cutting edge at a tip along with the periphery of said cutting tool and rotating said cutting tool.

[Claim 3] while the infeed of Z shaft orientations of said cutting tool moves the X-axis or a Y-axis — specified quantity \*\*\*\*\* — the cutting approach according to claim 1 or 2 made like.

[Claim 4] Relative delivery of said cutting tool and work piece is the cutting approach according to claim 1 or 2 performed so that it may become contour-line contour milling.

[Claim 5] The cutting approach according to claim 1 or 2 of using a ball end mill for said cutting tool, giving relative delivery of the infeed of Z shaft orientations, the X-axis, and Y shaft orientations so that it may become down cutting spirally to this ball end mill and a work piece, and performing punching processing.

[Claim 6] The infeed of Z shaft orientations which use the ball end mill of a diameter D for said cutting tool, and are given to this ball end mill is the cutting approach according to claim 1 or 2 set to 0.1 or less D.

[Claim 7] The amount of pick feeds of relative delivery between said ball end mills and work pieces is the cutting approach according to claim 6 made or less into D/2.

[Claim 8] The cutting approach of processing unscrapable materials, such as metal mold steel and hardening steel, into claim 5 thru/or any 1 term of 7 by the cutting approach of a publication.

[Claim 9] Said cutting tool is the cutting approach according to claim 1 or 2 which creates NC program, and calls and carries out NC machining of this subprogram if needed using a ball end mill by making into a subprogram standard cutting patterns, such as punching processing which makes this ball end mill and a work piece displaced relatively so that it may become down cutting spirally, and pocket processing which makes said ball end mill and work piece displaced relatively so that it may become down cutting spirally.

[Claim 10] The cutting tool which engraved the coolant supply slot of a concave configuration on an axis and parallel by the shape of at least one straight line towards the cutting edge at a tip at the body periphery of a tool from the back end of the shank section, A tool holder with the coolant feed holes which equip with this cutting tool and introduce a coolant into said coolant supply slot, The coolant source of supply whose jet introduced the coolant into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure, this coolant circulated said coolant supply slot, and was enabled with high pressure to the cutting point of the cutting edge at the tip of said cutting tool, Cutting equipment possessing the feed gear which gives relative displacement between the rotation main shaft equipped with said tool holder, and said cutting tool and work piece.

[Claim 11] The cutting tool which engraved the coolant supply slot of a concave configuration on an axis and parallel by the shape of at least one straight line towards the cutting edge at a tip at the body periphery of a tool from the back end of the shank section, A tool holder with the coolant feed holes which equip with this cutting tool and introduce a coolant into said coolant supply slot, It is prepared in the rotation main shaft equipped with said tool holder, and the draw bar which equips said rotation main shaft with said tool holder. The coolant supply line which can attach and detach to the coolant feed holes of said tool holder, A coolant is introduced into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure through said coolant supply line. Cutting equipment possessing the feed gear made displaced relatively between the coolant source of supply from which this coolant circulated and enabled jet of the coolant supply slot established in said cutting tool with high pressure to the cutting point of the cutting edge at the tip of said cutting tool, and said cutting tool and work piece.

[Claim 12] The tool holder which has at least one coolant supply slot of a concave configuration established in

an axis and parallel in the inner skin of a tool wearing hole, and enabled installation of a coolant through coolant feed holes at said tool wearing hole. A coolant is introduced into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure. The coolant source of supply it was made to spout with high pressure towards the cutting point of the cutting edge at the tip of this cutting tool along with the periphery of the cutting tool with which this coolant circulated and equipped said tool wearing hole with said coolant supply Mizouchi, Cutting equipment possessing the feed gear made displaced relatively between the rotation main shaft equipped with said tool holder, and said cutting tool and work piece.

[Claim 13] The tool holder which equipped with the collet which has the grinding groove which receives and grasps a cutting tool possible [ binding and relaxation ], and enabled installation of a coolant of it through coolant feed holes at the tool wearing hole of said collet. A coolant is introduced into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure. The coolant source of supply it was made to spout with high pressure towards the cutting point of the cutting edge at the tip of this cutting tool along with the periphery of the cutting tool with which this coolant is circulated and grasping the grinding groove of said collet. Cutting equipment possessing the feed gear made displaced relatively between the rotation main shaft equipped with said tool holder, and said cutting tool and work piece.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to the cutting approach of processing a work piece using cutting tools, such as an end mill, a ball end mill, a drill, and a milling cutter, and its processing equipment. In addition, in this invention, a coolant means the thing of a fluid which performs a cooling operation and swarf exocytosis, such as cutting fluid and pressurization Ayr. Moreover, a cutting tool is divided into the shank section and a cutting edge, these Ryobe is named generically, and it is called the body of a tool. And a cutting edge is divided into the main-cutting-edge section which performs a cutting operation still more substantially, and the 2nd cutting edge which is cutting edges other than this main-cutting-edge section. For example, considering an end mill, a main cutting edge is a field which counts from a tool tip and has the cutting edge of a single eye.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] Force cutting on a work piece, it makes relative motion perform, giving turning effort to a tool harder [ than a work piece ] and powerful, generates swarf according to a shear operation, and makes a request configuration to a work piece. At this time, cutting heat mainly occurs by shear work and friction work with swarf and a tool. This cutting heat is transmitted to the main-cutting-edge section of a tool, and shortens the life of a tool, and generates a built up edge, and causes the bad influence of worsening surface roughness. Therefore, it is necessary to cool the generated cutting heat by the coolant certainly promptly, and to lose these bad influences. As for these problems, the work piece to process becomes large in the case of an ingredient (it is only hereafter indicated as an unscrapable material), i.e., a high degree of hardness, or high toughness and the ingredient that has both properties youthfully, for example, the titanium, and Alloy 600 (the so-called Inconel (trademark)) of difficulty cutting ability, hardened steel, etc. With the conventional technique, unless it was a grinding process and an electron discharge method, these ingredients were not processible.

[0003] While cooling and wresting by the coolant before injecting a high-pressure coolant in the shear section of the work piece which swarf generates, and the friction section between swarf and the rake face of a tool and transmitting the generated cutting heat to a tool or a work piece in order to conquer these problems, the swarf which holds cutting heat must also be blown away together with a coolant. In other words, a high-pressure coolant with the sufficient pressure and sufficient flow rate for the cutting section and its near must always be injected. As an approach of supplying a coolant to a cutting edge, the following two approaches are well-known. The 1st is the so-called through spindle coolant. By this approach, a coolant is supplied to the back end of a tool main shaft from a coolant source of supply. This coolant carries out sequential circulation of the coolant path subsequently established in the above-mentioned tool main shaft, the tool holder, and the tool with which it was equipped, and blows off from a tool tip. Other approaches are through tool coolants. By this approach, a coolant is not from the back end of a coolant source of supply to a tool main shaft, and it is supplied in a tool holder through a swivel joint. This coolant carries out sequential circulation of the coolant path subsequently to a tool holder and this tool holder established in the cutting tool with which it was equipped, and blows off from a tool tip.

[0004] On the other hand, there are an end mill which formed the through tube along with the axis towards the tip from the tool back end, a ball end mill, a drill, etc. in a cutting tool. As 1st conventional technique, a cutting tool with this through tube is grasped with a tool holder, and there are the cutting approach and equipment into which it is processed while making a coolant blow off from a cutting-tool point using a through spindle coolant or a through tool coolant means. a \*\* omission hole given [ as 2nd conventional technique ] in JP,1-132327,U — there is a \*\* tap. the \*\* omission hole which formed in the shank periphery the oil groove which is open for free passage into a tap slot while this penetrated the oil gallery to the internal shaft orientations of a tap — it is the \*\* tap and, in the case of tapping of a blind hole, the coolant of both which are supplied from an oil gallery and an oil groove carries out an operation of lubrication, cooling, and swarf discharge. Although the coolant which supplies from an oil gallery in the case of tapping of a through tube will flow into the work-piece exterior as it is, since a coolant is supplied from the oil groove prepared in the shank periphery, an operation of lubrication, cooling, and swarf discharge is performed effectively. As 3rd conventional technique, the end mill of a publication is in JP,4-2743,Y. This forms the coolant supply slot 25 which extends from the back end side of the body of an end mill to the swarf spillway 22 along with the longitudinal direction of the body of an end mill, turns Ayr, an oil, etc. to this slot 25, and it is made to make the periphery back end



section of the body 20 of an end mill blow off, as shown in Fig. 1 of the official report concerned. Discharge of swarf is smoothly attained by this. Furthermore, since this end mill does not have a hole in a tool point, regrinding can also be performed.

[0005] There is equipment used for the cutting approach given in JP,4-25309,A and it as 4th conventional technique. As a cutting edge of a tool, using the thing made from a superfines cemented carbide, this tends toward a cutting point from a high-pressure water regurgitation nozzle, and is the discharge pressure of 10kg/cm<sup>2</sup>. The above high-pressure fluid is projected, thereby, a cutting point cools with a high-pressure liquid in an instant — having — generation of heat at a cutting point — \*\*\*\*\* work and a cutting tool — a cutting edge — in order not to conduct inside, neither work nor a cutting edge receives a thermal damage As 5th conventional technique, the oil feeder of the rotation tool in the machine tool of a publication is in JP,4-73440,U. However, although it is not well-known data since this official report was exhibited after the basic filing date of application of the domestic priority opinion of this application, it states to reference in point \*\* of this application. The technique of this official report forms the oil supply way of a coolant in the rotation member rotated with a tool, and the outlet side tip of this oil supply way is turned to the periphery of a tool, and it constitutes it. Since it rotates at the same rotational frequency, the tool which a coolant rotates is fully lubricated with the coolant and tool which are supplied, without being flown soon. Moreover, a coolant is supplied to the location which did not change even if it performed feed motion of X, Y, and Z, and the tool always set up by the physical relationship of a coolant and a tool.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The 1st conventional technique tends to supply a coolant near [ as possible ] this cutting section. Although the through tube to which a coolant circulates must be then formed in the interior of a cutting tool, in the case of a sintered carbide tool etc., formation of this through tube is difficult. Moreover, in the case of a ball end mill, a drill, etc. which have a cutting edge centering on a tool tip, it is necessary to form the through tube which was crooked or branched to two forks from the need of carrying out opening of the through tube to the flank which avoided the cutting edge, and it is still more difficult. Since the through tube was formed, the reinforcement of a tool falls, and \*\*\*\* of a shank and the chip of the edge of a blade furthermore become easy to arise in the case of a minor diameter tool. And the bore of a through tube itself cannot be enlarged but it has the trouble that sufficient coolant flow rate is not secured. The coolant which the 2nd conventional technique indicates the configuration of the tap as a tool of the chasing activity which performs low-speed cutting comparatively, and is supplied from an oil groove has desirable extent which permeates low voltage and the thread part which should be little, should protrude from an oil groove with rotation of a tap, and should be processed rather. On the other hand, cutting tools, such as an end mill, a milling cutter, and a drill, cannot apply this conventional technique from the need of performing high speed cutting comparatively. That is, in the case of cutting tools, such as an end mill which rotates at high speed, the high-pressure coolant of sufficient pressure and a flow rate must be injected directly to the cutting section. Therefore, there is a problem in applying this 2nd conventional technique to the coolant supply technique to the processing section by cutting tools, such as an end mill, a ball end mill, a drill, and a milling cutter.

[0007] The 3rd conventional technique's having un-arranged [ which a coolant is crawled by part for the cutting edge near the shank section, and a coolant does not fully reach to the tool main-cutting-edge section ], when a coolant is made to blow off with high pressure along a coolant supply slot, since the coolant supply slot of a concave configuration is formed only to the swarf spillway nearest to the shank section. In processings usually performed often, such as comparatively shallow slot end processing only using an end mill point, and a ball end mill, processing using the cutting edge of the point of a drill, this especially un-arranging becomes remarkable and there is a trouble that sufficient cooling or quick swarf discharge of the cutting section are not performed. Since the coolant regurgitation nozzle is used for the 4th conventional technique, it needs to change the direction of a nozzle with hand control or automatic so that a coolant may be injected to the cutting section according to the path of a tool, and die length. Moreover, there is un-arranging acting as [ a nozzle and a work piece interfere or ] the failure of tooling. Furthermore, there is a trouble that it is barred by the work-piece configuration depending on a work-piece configuration or a processing part, and a coolant is not injected directly to the cutting section. The 5th conventional technique's having to turn and form the oil supply way outlet in a rotation member in the periphery of a tool, and having un-arranged [ that whenever / spray angle / of an oil supply way outlet / must be changed according to tool length and the diameter of a tool ].

[0008] Next, the cutting approach of three-dimensions configuration work pieces, such as metal mold, is considered. For example, when performing pocket processing from a solid material, a drill performs hole processing first, the hole is unfolded with an end mill, and a desired pocket configuration is made. Then, two kinds of tools and NC program for the object for drillings and end mill processing had to be prepared, or tool exchange had to be performed in the middle of processing, and processing efficiency was bad. Moreover, the present condition is having not established the cutting approach of performing from roughing of a three-dimensions configuration work piece, such as pocket processing, to finish-machining consistently only with an end mill. Therefore, the main purpose of this invention is offering the cutting approach and equipment which solve an above-mentioned problem, namely, it is not based on tool length and the diameter of a tool, but is made for the high-pressure coolant of always sufficient pressure and a flow rate to blow off directly to the

cutting section, and attain the quick deprivation of cutting heat, and positive removal of swarf and which have been improved further. Other purposes are offering conventionally the cutting approach and equipment into which the work piece of the unscrapable material which becomes by the high degree-of-hardness material processed only by the grinding process or the electron discharge method or high toughness material is processed well. Furthermore, other purposes are offering the cutting approach of gathering processing efficiency to field roughness fitness, and processing three-dimensions configuration work pieces, such as metal mold, into it.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, by the approach of this invention The coolant which has a sufficient pressure and a sufficient flow rate to eliminate the heat generated during cutting and swarf is introduced into the tool wearing hole of a tool holder. Subsequently This coolant is turned at the tip of a cutting tool from said shank section back end, is oriented in the shape of a jet, and it blows off directly at a cutting point, and said cutting tool is relatively sent to a work piece, and said work piece is processed into a request configuration. Namely, a tool holder is equipped with the cutting tool which engraved the coolant supply slot of a concave configuration on an axis and parallel by the shape of at least one straight line towards the cutting edge at a tip at the body periphery of a tool from the back end of the shank section. The coolant of a high pressure is introduced into the cutting-tool wearing hole of said tool holder. The cutting approach which gives relative delivery between work pieces and was made to carry out cutting of the work piece is offered circulating said coolant to coolant supply Mizouchi of said cutting tool, blowing off said coolant to him towards the cutting point of the cutting edge at said tip of a cutting tool, and making him rotate said cutting tool.

[0010] In order to attain the above-mentioned purpose moreover, in this invention The tool holder which engraved at least one coolant supply slot of a concave configuration on the inner skin of a tool wearing hole at an axis and parallel is equipped with a cutting tool. Introduce the coolant of a high pressure into the tool wearing hole of said tool holder, and said coolant is circulated to coolant supply Mizouchi of said tool holder. Along with the periphery of said cutting tool, said coolant is blown off towards the cutting point of the cutting edge at a tip, and the cutting approach which gives relative delivery between work pieces and was made to carry out cutting of the work piece is offered, rotating said cutting tool. In order to attain the above-mentioned purpose furthermore, in this invention The cutting tool which engraved the coolant supply slot of a concave configuration on an axis and parallel by the shape of at least one straight line towards the cutting edge at a tip at the body periphery of a tool from the back end of the shank section, A tool holder with the coolant feed holes which equip with this cutting tool and introduce a coolant into said coolant supply slot, The coolant source of supply whose jet introduced the coolant into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure, this coolant circulated said coolant supply slot, and was enabled with high pressure to the cutting point of the cutting edge at the tip of said cutting tool, The cutting equipment possessing the feed gear which gives relative displacement between the rotation main shaft equipped with said tool holder, and said cutting tool and work piece is offered.

[0011] The cutting tool which engraved the coolant supply slot of a concave configuration on an axis and parallel according to the shape of at least one straight line towards the cutting edge at a tip further in this invention at the body periphery of a tool from the back end of the shank section in order to attain the above-mentioned purpose, A tool holder with the coolant feed holes which equip with this cutting tool and introduce a coolant into said coolant supply slot, It is prepared in the rotation main shaft equipped with said tool holder, and the draw bar which equips said rotation main shaft with said tool holder. The coolant supply line which can attach and detach to the coolant feed holes of said tool holder, A coolant is introduced into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure through said coolant supply line. The cutting equipment possessing the feed gear made displaced relatively between the coolant source of supply from which this coolant circulated and enabled jet of the coolant supply slot established in said cutting tool with high pressure to the cutting point of the cutting edge at the tip of said cutting tool, and said cutting tool and work piece is offered.

[0012] Furthermore, the tool holder which has at least one coolant supply slot of a concave configuration established in an axis and parallel in the inner skin of a tool wearing hole in this invention, and enabled installation of a coolant through coolant feed holes at said tool wearing hole, A coolant is introduced into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure. The coolant source of supply it was made to spout with high pressure towards the cutting point of the cutting edge at the tip of this cutting tool along with the periphery of the cutting tool with which this coolant circulated and equipped said tool wearing hole with said coolant supply Mizouchi, The cutting equipment possessing the feed gear made displaced relatively between the rotation main shaft equipped with said tool holder, and said cutting tool and work piece is offered.

[0013] Furthermore, the tool holder which equipped with the collet which has the grinding groove which receives and grasps a cutting tool in this invention possible [ binding and relaxation ], and enabled installation of a coolant of it through coolant feed holes at the tool wearing hole of said collet, A coolant is introduced into the coolant feed holes of said tool holder by the high pressure. The coolant source of supply it was made to spout with high pressure towards the cutting point of the cutting edge at the tip of this cutting tool along with the periphery of the cutting tool with which this coolant is circulated and grasping the grinding groove of said collet, The cutting equipment possessing the feed gear made displaced relatively between the rotation main



shaft equipped with said tool holder, and said cutting tool and work piece is offered.

[0014]

[Function] The high-pressure coolant introduced by through spindle coolant equipment or through tool coolant equipment to the coolant feed holes of a tool holder circulates the coolant supply slot of the cutting tool with which the tool holder was equipped, or is spouted to the cutting section along with the periphery of a cutting tool. Since opening of the coolant supply slot is formed and carried out to an axis and parallel towards the cutting point of the cutting-tool main-cutting-edge section at this time, a coolant blows off so that it may surely hit directly to the cutting section. Since a coolant moreover blows off with sufficient pressure which is not flown in the direction of a periphery, and a flow rate with a centrifugal force, rotating at the same rate as a tool holder and a cutting tool, during cutting, it always cools the cutting section and serves to discharge swarf. Moreover, since a coolant passes along coolant supply Mizouchi who prepared in the cutting tool at this time, it blows off in the cutting section certainly, without a coolant being barred by the work piece. Furthermore, since a coolant is spouted in parallel along with the periphery of a cutting tool, it is necessary to change a jet include angle neither by tool length nor the diameter of a tool.

[0015]

[Example] If drawing 1 which is the block diagram of the cutting equipment of this invention is referred to, bearing of the rotation of the tool main shaft 1 will be made free to the main shaft housing 2 by bearing 3, and it will rotate with the driving gear which is not illustrated. Housing 2 is closed by the bearing presser foot 4. The tip taper hole of the tool main shaft 1 is equipped with the tool holder 5 by pulling up the pull stud 6 screwed on the back end section with a draw bar 7. The tool holder 5 is positioned by the key 8 in a hand of cut. The draw bar 7 possesses the coolant path 9 installed along with the axis of the tool main shaft 1. This coolant path 9 may fit in and constitute a pipe 9 in a draw bar 7. The tip of a draw bar 7 is rotated in one with the tool main shaft 1 in contact with the pull stud 6. The coolant which the fluid swivel joint 10 was formed in the back end of a pipe 9, and was breathed out from the coolant source of supply 11 is sent in in a pipe 9.

[0016] On the other hand, the point of the tool holder 5 is equipped with an end mill 12 free [ attachment and detachment ]. The coolant supply slot 13 which made the below-mentioned concave configuration the body periphery of a tool of an end mill 12 is formed just before the main-cutting-edge section. The coolant which the pipe 9 and the through tube open for free passage are drilled by the pull stud 6 and the tool holder 5, and was breathed out from the coolant source of supply 11 passes a pipe 9, the pull stud 6, and the tool holder 5, circulates the coolant supply slot 13 of an end mill 12, and it is constituted so that it may finally blow off towards the main-cutting-edge section of an end mill 12. Rotating an end mill 12, each shaft orientations of X, Y, and Z are displaced relatively between the work pieces which are not illustrated, a coolant is supplied, and cutting of the work piece is carried out. Here, the Z-axis is defined in the direction of the revolving shaft of the tool main shaft 1, and a Y-axis is defined in the direction perpendicular to this Z-axis in the perpendicular direction to the X-axis, X, and the Z-axis.

[0017] Drawing 2 is illustrating an example of the end mill used for this invention, drawing 2 (a) is the front view of an end mill 12, and drawing 2 (b) is a sectional view which meets view line A-A in drawing 2 (a). The end mill 12 of drawing 2 is an end mill of a four-sheet cutting edge, and has the cutting edges 14a, 14b, 14c, and 14d and relief groove 15 which were spirally installed in the periphery of a cutting edge. The coolant supply slot 13 of a concave configuration penetrates the 2nd cutting edge from the back end side 17 of an end mill 12 to an axis and parallel, and is engraved on the periphery of a shank 16 two towards the latest section of cutting edges 14a and 14c. partial 13a by which the coolant supply slot 13 was engraved on the shank section, and a cutting edge — partial 13b which penetrates 14c, and a cutting edge — although divided into partial 13c which penetrates 14b, it stands in a row in the shape of a straight line, and it can be regarded as one slot.

[0018] Other configurations, such as not only the shape of a square shape but the shape of a hemicycle, a half-elliptical, etc., are sufficient as the cross-section configuration of this coolant supply slot 13 like illustration. And the path d of the depth section of two coolant supply slots 13 is smaller than the outer diameter D of a cutting edge 14. That is, the coolant supply slot 13 is deeply cut more at back from the cutting-edge peripheral face. The coolant supply slot 13 carries out opening of this toward the latest main cutting edge, namely, it is because the production of the coolant supply slot 13 constitutes so that the tool main-cutting-edge section 14 may surely be collided with. Therefore, it is necessary to engrave a deep coolant supply slot about the end mill with which the outer diameter of the shank section is formed more greatly than the outer diameter of a cutting edge. in addition, coolant supply slot 13b and a cutting edge — the part with sharp intersection with 14c, intersection of 13c and 14b, etc. beveled, and has prevented the chip of a cutting edge.

[0019] Next, the ball end mill of this invention is explained with reference to drawing 3. In drawing 3, drawing 3 (a) is the front view of a ball end mill 12, and drawing 3 (b) is a sectional view which meets view line B-B in drawing 3 R> 3 (a). The ball end mill of drawing 3 R> 3 is a ball end mill of a four-sheet cutting edge, and four coolant supply slots 13 are engraved as an example. The coolant supply slot 13 is engraved on the shank section 16 in the shape of a straight line in parallel with the axis of a shank 16 from the shank back end side 17, and opening is carried out toward the each cutting edge [ 14a, 14b, 14c, and 14d ] rake face. Also in this ball end mill 12, as the end mill of drawing 1 explained, a high-pressure coolant passes along the coolant supply slot 13, and is injected toward a tool main-cutting-edge sections [ 14a, 14b, 14c, and 14d ] rake face. It hits directly the swarf which is going to adhere to a cutting edge, and disperses it while generation of heat by

cutting of a cutting edge wrests this high-pressure coolant. Therefore, the coolant slot 13 has the operation same with having explained with the above-mentioned end mill, and effectiveness, and since it overlaps here, it omits explanation.

[0020] Drawing 4 shows an example of the drill of this invention, drawing 4 (a) is the front view of a drill 12, and drawing 4 (b) is a sectional view in alignment with view line C-C of drawing 4 (a). Like the tool as stated above, the coolant supply slot 13 is parallel to the back end side 17 of a shank to an axis, and in the shape of a straight line, it is engraved two so that a cutting edge may be penetrated on the way and opening may be carried out towards the rake face of the drill main-cutting-edge section 14. In addition, the alternate long and short dash line of 20 shows a locus when a drill rotates among drawing.

[0021] Drawing 5 shows an example of the milling cutter of this invention, drawing 5 (a) is the front view of a milling cutter 12, and drawing 5 (b) is a sectional view in alignment with view line D-D of drawing 5 (a). It is shown in drawing 5 as an example of representation of a milling cutter, and a slotting milling cutter is shown. Five coolant supply slots 13 are engraved on the shank 16 toward the rake face of the tool main-cutting-edge section 14 in the shape of a straight line in parallel with an axis from the back end side 17. Thus, by constituting, a coolant is surely supplied to the rake face of a cutting edge.

[0022] Drawing 6 is the explanatory view showing an operation of the coolant of this invention, and is drawing which equipped the tool holder 5 with the end mill 12. The tool wearing hole 18 of the tool holder 5 is equipped with the shank 16 of an end mill 12. The coolant pressurized by the coolant source of supply (refer to drawing 1) flows into the tool wearing hole 18 through the coolant feed holes 19. Subsequently, this coolant circulates and spouts said two concaves 13 in the direction of end mill 12 tip. During processing by the end mill 12, both the tool main shaft 1, the tool holder 5, and the end mill 12 rotate, and an internal coolant also rotates them with the same speed. The coolant which blew off from the coolant supply slot 13 when high-speed rotation of the main shaft 1 was carried out supplies a coolant by the pressure with high extent certainly injected by the tool main-cutting-edge section with high pressure (for example, 70 kg/cm<sup>2</sup>). It is made for the coolant which blew off from the coolant supply slot 13 to have hit the tool main-cutting-edge section directly by this. The cross section of the coolant supply slot 13 is made greatly, and can also earn a flow rate so much rather than it opens a hole in the interior of an end mill. Therefore, by any cases, a coolant is supplied to a tool main cutting edge, i.e., the cutting section, by sufficient pressure and the flow rate, \*\*\*\* cutting heat quickly, and can always discharge swarf. the case of deep groove processing which uses the cutting-edge whole region of the direction of a tip from the shank section of an end mill 12, or side-face processing — the open section between the coolant supply slots 13a and 13b and between 13b and 13c to a coolant — leakage appearance — carrying out — \*\*\*\* — not only a tool point but a cutting edge — a coolant will be supplied over the whole region and \*\*\*\* and swarf exocytosis of cutting heat can be performed to all processings.

[0023] Drawing 7 (a) is the important section block diagram showing other examples of this invention, and drawing 7 (b) is a sectional view in alignment with view line E-E of drawing 7 (a). Drawing 8 (a) is the important section block diagram showing still more nearly another example of this invention, and drawing 8 (b) is a sectional view in alignment with view line F-F. In drawing 7 and 8, instead of the end mill which engraved the coolant supply slot 13 of the cutting equipment of drawing 1, the tool holder of a taper chuck type (drawing 7) and a collet-chuck type (drawing 8) is used, and it is equipped with an end mill usual [without a coolant supply slot]. A high-pressure coolant (for example, 70 kg/cm<sup>2</sup>) makes it blow off in the direction of a tool tip along with an end mill periphery.

[0024] If drawing 7 is referred to, the tool holder 5 possesses the applied part 25 which has the taper external surface 26 and the screw section 27, and said tool wearing hole 18 penetrates an applied part 25, and is carrying out opening of it outside. An end mill 12 is inserted in the tool wearing hole 18, and fixes by binding with a ring 23. The ring 23 possesses the taper inside 28 which engages with taper external surface, and the screw section 27 of an applied part and the screw section 29 which can be engaged. When the screw sections 27 and 29 are made engaged and a ring 23 is concluded to an applied part 25, the taper sides 26 and 28 are engaged and, thereby, an end mill 12 is fixed in the tool wearing hole 18. Slitting is formed in the medial axis of the tool holder 5, and parallel, and you may enable it to fix the tool in a tool wearing hole to an applied part 25 good.

[0025] It is open for free passage with the pipe 9 through the through tube 19 of the pull stud 6, and installation of the coolant source of supply 11 to a coolant of the tool wearing hole 18 is attained. The location of 180 degrees is countered on the diameter of this inner skin, two concaves 24 are formed in the inner skin of the tool wearing hole 18, and this concave 24 is installed in the tool main shaft 1 and the medial axis of the end mill 12 with which it was equipped, and parallel to the apical surface of the tool holder 5. If an end mill 12 is inserted in the tool wearing hole 18, this concave 24 will serve as a coolant circulation way by the peripheral face of an end mill 12, and will spout the coolant introduced into the tool wearing hole 18 in the direction of a tip of an end mill 12 along with the periphery of an end mill 12 from the outlet of a concave 24.

[0026] Next, if drawing 8 is referred to, the tool holder 5 is equipped with the end mill 12 by the collet chuck. The collet chuck possesses the collet 21 and the collet ring 23. Four slitting 22 installed in the direction of an axis by the collet 21 is arranged in the circumferencial direction by the equiangular distance. Although a collet 21 is divided into four parts by this slitting 22, each part is mutually connected with the connection ring 32. The engagement side 30 where a collet 21 engages with the engagement side 31 of the collet ring 23 again is formed. The collet ring 23 possesses the engagement side 31 which engages with the engagement side 30 of a



collet 21, and the screw section 29 which engages with the screw section 27 of the tool holder 5. If the collet ring 23 is screwed on the tool holder 5 by the screw sections 27 and 29, the engagement sides 30 and 31 will be engaged mutually, a collet 21 will be pushed in in the tool wearing hole 18, and, thereby, it will be equipped with an end mill 12.

[0027] The tool wearing hole 18 is open for free passage with the coolant path 9 (refer to drawing 1 ) through the through tube 19 of the pull stud 6. The coolant from the coolant source of supply 11 circulates a coolant path and a through tube 19, and is introduced in the tool wearing hole 18. Said slitting 22 is open for free passage with the tool wearing hole 18 through the central opening 33 of the connection ring 32. Through the central opening 33 of the connection ring 32, the coolant introduced into the tool wearing hole 18 flows into slitting 22, and is injected towards the main-cutting-edge section along with the peripheral face of an end mill 12 from the outlet of this slitting 22. Since an operation of the coolant which blew off is the same as that of the case of drawing 7 , explanation is omitted.

[0028] Although there was the approach of preparing in the exterior of the end mill which carries out high-speed rotation of the conventional coolant regurgitation nozzle, and turning a coolant to an end mill and injecting it from this nozzle, it was difficult for there to be an air space which rotates at uniform velocity mostly in the perimeter of the end mill which rotates at high speed, to smash the air space, and to apply a coolant to the rake face of the cutting edge of an end mill directly. That is, most coolants were soon flown by the air space. This invention is in the condition of having circulated the coolant to coolant supply Mizouchi who formed in the end mill, or since an end mill is rotated at high speed in the condition of having blown off the coolant along with the end mill periphery through the slitting section of the concave inside a tool holder, or a collet, a coolant will already exist in the interior of the air space which surround an end mill periphery, and it can spout the coolant directly to the rake face of the end mill main-cutting-edge section, without smashing an air space.

[0029] Moreover, this Ayr may be blown off and cooling of a cutting edge and discharge of swarf may be made to perform using not only liquids, such as cutting fluid, but pressurization Ayr as a coolant. It was lost by having constituted in this way that there is no difficulty which forms a through tube in the cutting tool which is the trouble of the conventional technique, and moreover prepare a through tube in the case of a minor diameter tool, the reinforcement of a tool does not run short, or sufficient coolant flow rate is not secured of the cutting approach and equipment by this invention since a through tube is a minor diameter. Moreover, the coolant which circulated the coolant supply slot or the cutting-tool periphery blows off so that a cutting edge may surely be hit directly. Furthermore, it is not necessary to be accommodation of the nozzle include angle by hand control or automatic, and un-arranging [ that a coolant was crawled off by the air space to which it is not projected on a coolant or it moreover goes a cutting-tool periphery around at uniform velocity mostly directly to the cutting section depending on a work-piece configuration or a processing part ] was canceled like the coolant supply by the coolant regurgitation nozzle prepared outside.

[0030] Although this example described the case where a coolant supply slot or two concaves were formed, appropriate effectiveness will be demonstrated if there is at least one. However, as for a coolant supply slot, it is most desirable to form only the number of tool main cutting edges towards each cutting edge. Moreover, even if it uses the tool holder of other formats, what is necessary is just the configuration that a coolant blows off in the direction of a tool tip along with the cutting-tool periphery with which it equipped. Furthermore, although the example as stated above explained the case of a through spindle coolant method, it cannot be overemphasized that you may be the through tool coolant method introduced into a tool holder at a coolant.

[0031] Next, the tool holder 5 of the cutting equipment of drawing 1 is equipped with an end mill or a ball end mill, and the case where the work piece which becomes by the solid material is processed is considered. A cutting edge does not exist near the axial center at the tip of a tool, or since cutting will be continuously performed even if the cutting edge exists, generation of heat becomes large, or tool wear becomes early, or the processing approach deeply cut only to Z shaft orientations will be in abnormality cutting conditions, like cutting vibration becomes large. For this reason, after making a prepared hole with a drill, this prepared hole is usually unfolded with an end mill or a ball end mill, and punching processing and pocket processing are performed. Then, working capacity was bad in having to create two kinds of NC programs for tools, such as a drill and an end mill, or having to carry out tool exchange in a processing process. In this invention, the cutting approach of performing punching processing and pocket processing by the approach same to Z shaft orientations as infeed and the usual slot cutting is also indicated, moving an end mill or a ball end mill to the X-axis or Y shaft orientations. Of course, the high-pressure coolant is making the cutting point blow off with high pressure by the above-mentioned approach at this time. By this cutting approach, punching processing and pocket processing can be performed to the work piece of a solid material at a stretch by one kind of tool, and improvement in processing efficiency can be aimed at.

[0032] First, with reference to drawing 9 and drawing 10 , it considers [ performing cutting of a three-dimension configuration by contour-line contour milling, carrying out by both-way processing, and ] which is advantageous. Drawing 9 is illustrating the tool path in the case of processing pocket processing by contour-line contour milling, and the height of Z shaft orientations is delivery and the cutting approach of making Z shaft orientations going a tool 12 around again along with the profile of specified quantity infeed and its height along with the specified quantity infeed 36, i.e., the inclined path, to the X-axis, a Y-axis, and coincidence when going one time around, in a X-Y flat surface about a tool 12 along with an equal profile. On the other

hand, drawing 10 is the approach of illustrating the tool form way in the case of carrying out both-way processing of the pocket processing of the same configuration, fixing Y shaft-orientations location of a tool 12, giving the pick feed 37 of delivery and the specified quantity to Y shaft orientations for a tool 12 from an end to the other end in a X-Z flat surface, and carrying out delivery cutting of the tool to hard flow in a X-Z flat surface.

[0033] Both-way processing has [ that the magnitude and the direction of the load which acts on a tool 12 in the corner section of the side face of Pocket P and a base tend to change ] unstable processing. moreover, one tool path of an outward trip or a return trip — setting — the side face of a tool — processing it by the cutting edge \*\*\*\* — a base — it is processed by the cutting edge, cutting speed changes with processing parts, and field roughness varies. Contour-line contour milling can perform processing by which the magnitude of the load under processing in the tool path of one circumference and fluctuation of a direction were stabilized small comparatively. Moreover, it is processed by the cutting edge of the same part, cutting speed becomes fixed, and field roughness is uniform. When it is finish-machining as which especially field roughness is required, contour-line contour milling is desirable.

[0034] Drawing 11 is drawing which looked at the condition under cutting from [ of a tool 12 ] the axis, drawing 11 (a) shows down cutting and drawing 11 (b) shows upcutting, respectively. To cutting and going on, while, as for down cutting, the cutting edge of a tool 12 pushes a work piece W, it cuts and upcutting advances, while the cutting edge of a tool 12 dips up a work piece W. A cutting edge work-piece W is not [ down cutting ] hard, the amount of amount of infeeds can cut certainly, the that it is lump which is slippery between a cutting edge and a work piece W, and is burned of it tends to produce upcutting to field roughness being good, and it is known that process tolerance and field roughness are inferior. Moreover, since there is a skid, there is also a fault that generation of heat is larger than down cutting. Thus, there are many points that the direction of down cutting is excellent, and cutting is good to maintain down cutting if possible. It is good to also perform the above-mentioned contour-line contour milling by down cutting.

[0035] Down cutting or upcutting is the side face of a work piece, and a phenomenon in the case of processing it only by the one side of a rotation tool like inner skin processing of a pocket. When processing it into coincidence by the two side of rotation tools like recessing, down cutting and upcutting coexist and relative displacement with a tool and a work piece is made to perform so that the side which should be finished may usually become down cutting. When making the below-mentioned tool path spiral on a flat surface and performing pocket processing, relative displacement with a tool and a work piece is performed so that the inner skin of a pocket may become down cutting.

[0036] Drawing 12 is the explanatory view of punching processing by the ball end mill. Set to infeed at Z shaft orientations, set in a X-Y flat surface to coincidence, and give orbital motion, rotating a ball end mill 12, that is, the work piece W of a solid material is made to cut the rotating ball end mill deeply in a spiral path, and the hole 40 of the shape of a straight or a taper is processed. A ball end mill has the cutting edge of a semi-sphere configuration mostly, the shank section is thinly formed a little from the path of a cutting edge, and if hole processing is performed as the shank section does not rub the once processed field, processing with very good field roughness can be performed. If the usual square end mill is used, a upside cutting edge will rub the once processed field, and a field dry area will be caused. Moreover, heat concentrates on the corner edge at the tip of a tool, and processing side roughness worsens. Although this punching processing turns into recessing in which down cutting and upcutting are intermingled, it is good to make a ball end mill and a work piece W displaced relatively so that it may become down cutting in the part in contact with the inner skin of the hole which a cutting edge should process.

[0037] Drawing 13 is the explanatory view of pocket processing which used the ball end mill 12. To Z shaft orientations, moving a ball end mill 12 to X or Y shaft orientations as mentioned above, although Pocket P is processed into the work piece W of a solid material Infeed, When reaching the infeed of the specified quantity, a ball end mill 12 and a work piece W are made displaced relatively according to a spiral tool path in a X-Y flat surface. When processing it to the dimension of the pocket P which should be processed, relative displacement which gave a vortical expansion again to a stop, the X-axis, a Y-axis, and coincidence, and met [ expansion ] them in the infeed of Z shaft orientations at the spiral tool path is made to perform. It is the same even if it makes a tool path form in the direction to which a swirl is made to reduce from an outside. In the part in contact with the inner skin of Pocket P, it cannot be overemphasized that it is good to make a ball end mill 12 and a work piece W displaced relatively so that it may become down cutting.

[0038] the processing approach which hold down the amount of infeeds of 1 time of Z shaft orientations to the comparatively shallow amount of 0.1 or less D, lessen the processing volume per one cutting edge, it enables it to cool calorific value small, i.e., certainly, and processing efficiency enlarges the engine speed and feed rate of a ball end mill, and is covered if the diameter of a ball end mill 12 is set to D at this time — \*\*\*\*\* — \*\* Moreover, the combination of a limitation with the amount of pick feeds of the amount of Z shaft-orientations infeeds in which field roughness does not get worse so much, X, or Y shaft orientations (vortical pitch) is the D/2 or less amount of pick feeds in the 0.1 or less D of the amounts of infeeds. The processing approach which enlarges the amount of infeeds of Z shaft orientations comparatively with 0.2-0.4D conventionally, and makes the amount of pick feeds comparatively small with 0.1D was in use. Since the processing volume per one cutting edge is large, calorific value is large, and a tool life is especially unsuitable for processing of high degree-of-hardness material in short \*\*\*\*.



[0039] With an amount [ of the 0.1 or less D of the above-mentioned amounts of Z shaft-orientations infeeds, X, or Y shaft orientations / of pick feeds ] of D/2 or less ball-end-mill processing is effective also in the above-mentioned both-way processing which a cutting point is made to blow off and performs a high-pressure coolant. moreover, the unscrapable material work piece which becomes by high degree-of-hardness material like metal mold steel or hardening steel, or high toughness material about punching processing by the above-mentioned ball end mill, with the 0.1 or less D of the amounts of Z shaft-orientations infeeds, and an amount [ of pick feeds ] of D/2 or less processing, etc. while making a high-pressure coolant blow off at a cutting point — \*\*\*\*\* — things are made. It can attain freely by cutting that it was conventionally processible only by the grinding process or the electron discharge method.

[0040] Next, it considers performing various kinds of above-mentioned processings according to NC program. Since punching processing, pocket processing, recessing, etc. are carrying out the simple configuration comparatively and repeat use activation is carried out, NC program corresponding to this is good to standardize beforehand and to subprogram-ize in the form which covered the above-mentioned processing approach. NC control unit of this invention is explained with reference to drawing 14 . The NC control device 100 possesses the main (Maine) program sections 110, the \*\* (factice) program section 120, the program execution section 130, the servo control section 140 for X-Y table 42, the servo control section 150 for the Z-axis of a tool main shaft, and the coolant control section 160, and is constituted.

[0041] The subprogram section 120 possesses two or more standard programs 121, 122, 123, ..., 12N corresponding to standard cutting, such as punching processing, pocket processing, and recessing. The program of the main program section 110 is performed in the program execution section 130. and the standard programs 121, 122, and 123 over processing which should be carried out — or 12 Ns is chosen suitably. In this way, a main program and a standard program are performed in the program execution section 130. From the program execution section 130, the signal for each controlled system is transmitted to the servo control section 140 for X-Y table 42, the servo control section 150 for the Z-axis, and the coolant control section 160.

[0042] The servo control section 140 for X-Y table 42 transmits a control signal to the delivery means 41 for sending a cutting tool 12 to the work piece ( drawing 14 not being shown) fixed to X-Y table 42. The delivery means 41 is constituted by the usual feed gear which has a servo motor and a ball screw (not shown). X-Y table 42 is sent to X or Y shaft orientation by the feed gear 41, and, thereby, a cutting tool 12 is sent in accordance with a predetermined path to a work piece. The servo control section 150 for the Z-axis transmits a control signal to the means 43 for sending a cutting tool 12 to Z shaft orientations. The delivery means 43 is constituted by the usual feed gear which has a servo motor and a ball screw (not shown). Moreover, a control signal is transmitted to the coolant source of supply 11 from the coolant control section 160, and the pressure and flow rate of a coolant which the coolant source of supply 11 supplies by this are controlled.

[0043] For example, if only it specifies first the diameter of the tool used, the bore of the hole which should be processed, and the depth in punching processing by the ball end mill, the subprogram of punching processing is called in the middle of NC program, and even if it specifies neither a tool path nor the amount of infeeds one by one, desired punching processing is completed automatically. That is, a high-pressure coolant is injected, and relative displacement is automatically performed so that punching processing may become down cutting spirally between work pieces using a ball end mill. If it is pocket processing similarly, if only it will specify the diameter of the tool used, and the magnitude and the depth of a pocket which should be processed, it is automatically displaced relatively so that it may become down cutting spirally about a ball end mill and a work piece. In the case of recessing, if required [ 0.1 or less D of the amounts of infeeds of Z shaft orientations of the ball end mill of a diameter D ] if only it specifies the diameter of the tool used, the flute width which should be processed, a flute length, a channel depth, etc., a setup of processing conditions, such as carrying out and carrying out down cutting to the D/2 or less amount of pick feeds, will be performed automatically. It is more convenient if this subprogram-ization is performed using the macro program function of an NC unit.

[0044]

[Effect of the Invention] The cutting section is supplied certainly, without the high-pressure coolant of under cutting, always sufficient pressure, and a flow rate being barred by the configuration of an intermediate cutting edge or a work piece, since it blows off so that it may hit in the rake face of a cutting edge directly [ the high-pressure coolant which circulated the coolant supply slot which was formed in the shank periphery of a cutting tool according to / as explained above / the cutting approach of this invention, and equipment ]. Moreover, the coolant made to blow off along with a cutting-tool periphery by the concave file rate prepared in the interior of a tool holder is similarly supplied to the cutting section certainly. Therefore, since \*\*\*\* of cutting heat and the discharge of swarf in the cutting section are ensured [ quickly and ], processing efficiency improves, and swarf bites and it is crowded, and since there is no \*\*, highly precise cutting can be performed.

[0045] Moreover, since \*\*\*\*\* is large, the life of a cutting tool is extended, and it is economical. Moreover, according to this invention, since it is not necessary to change the jet location and include angle of a coolant by the die length and the diameter of a tool of a cutting tool, it becomes easy to attain automation.

Furthermore, the method of according to this invention, giving the infeed of Z shaft orientations, while moving the rotating cutting tool to the X-axis or Y shaft orientations, spirally adoption, ball end mill, and work piece of contour-line contour milling Adoption of the punching processing approach sent so that it may become down cutting, and the amount of Z shaft-orientations infeeds of a ball end mill have attained improvement in



processing efficiency and field roughness by adoption of the processing approach that 0.1 or less D and the amount of pick feeds become D/2 or less etc. Moreover, cutting of the unscrapable material work piece which becomes by high degree-of-hardness material like metal mold steel or hardening steel or high toughness material has also been attained. Furthermore, according to this invention, the standard cutting pattern was subprogram-ized and creation of troublesome NC program was saved labor.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is the block diagram of the cutting equipment of this invention.

**[Drawing 2]** It is drawing showing an example of the end mill by this invention. (a) is a front view. (b) is a sectional view in alignment with A-A of drawing 2 (a).

**[Drawing 3]** It is drawing showing an example of the ball end mill by this invention. (a) is a front view. (b) is a sectional view in alignment with B-B of drawing 3 (a).

**[Drawing 4]** It is drawing showing an example of the drill by this invention. (a) is a front view. (b) is a sectional view in alignment with C-C of drawing 4 (a).

**[Drawing 5]** It is drawing showing an example of the milling cutter by this invention. (a) is front view \*\*\*. (b) is a sectional view in alignment with D-D of drawing 5 (a).

**[Drawing 6]** It is the explanatory view showing an operation of the coolant of this invention.

**[Drawing 7]** It is drawing showing other examples of this invention. (a) is a sectional view in alignment with the medial axis of a tool holder. (b) is a sectional view in alignment with E-E of drawing 7 (a).

**[Drawing 8]** It is drawing showing another example of this invention. (a) is a sectional view in alignment with the medial axis of a tool holder. (b) is a sectional view in alignment with F-F of drawing 8 (a).

**[Drawing 9]** It is the explanatory view of the cutting approach by contour-line contour milling.

**[Drawing 10]** It is the explanatory view of the cutting approach by both-way processing.

**[Drawing 11]** It is drawing showing two kinds of cutting approaches by comparison. (a) is the explanatory view of down cutting. (b) is the explanatory view of upcutting.

**[Drawing 12]** It is the explanatory view of punching processing by the ball end mill.

**[Drawing 13]** It is the explanatory view of pocket processing by the ball end mill.

**[Drawing 14]** It is the outline block diagram of NC control device of this invention.

**[Description of Notations]**

- 1 — Tool main shaft
- 5 — Tool holder
- 9 — Pipe
- 10 — Fluid swivel joint
- 11 — Coolant source of supply
- 12 — End mill
- 13 — Coolant supply slot
- 14 — Cutting edge
- 16 — Shank
- 18 — Tool wearing hole
- 21 — Collet
- 22 — Slitting
- 23 — Ring
- 24 — Concave
- W — Work piece

---

**[Translation done.]**

---

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-134648

(43)公開日 平成6年(1994)5月17日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|---------|-----|--------|
| B 2 3 Q 11/10            | D    | 7908-3C |     |        |
| B 2 3 B 47/00            | B    | 7181-3C |     |        |
| B 2 3 C 3/16             |      | 7347-3C |     |        |
| 5/28                     |      | 7347-3C |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数13(全 14 頁)

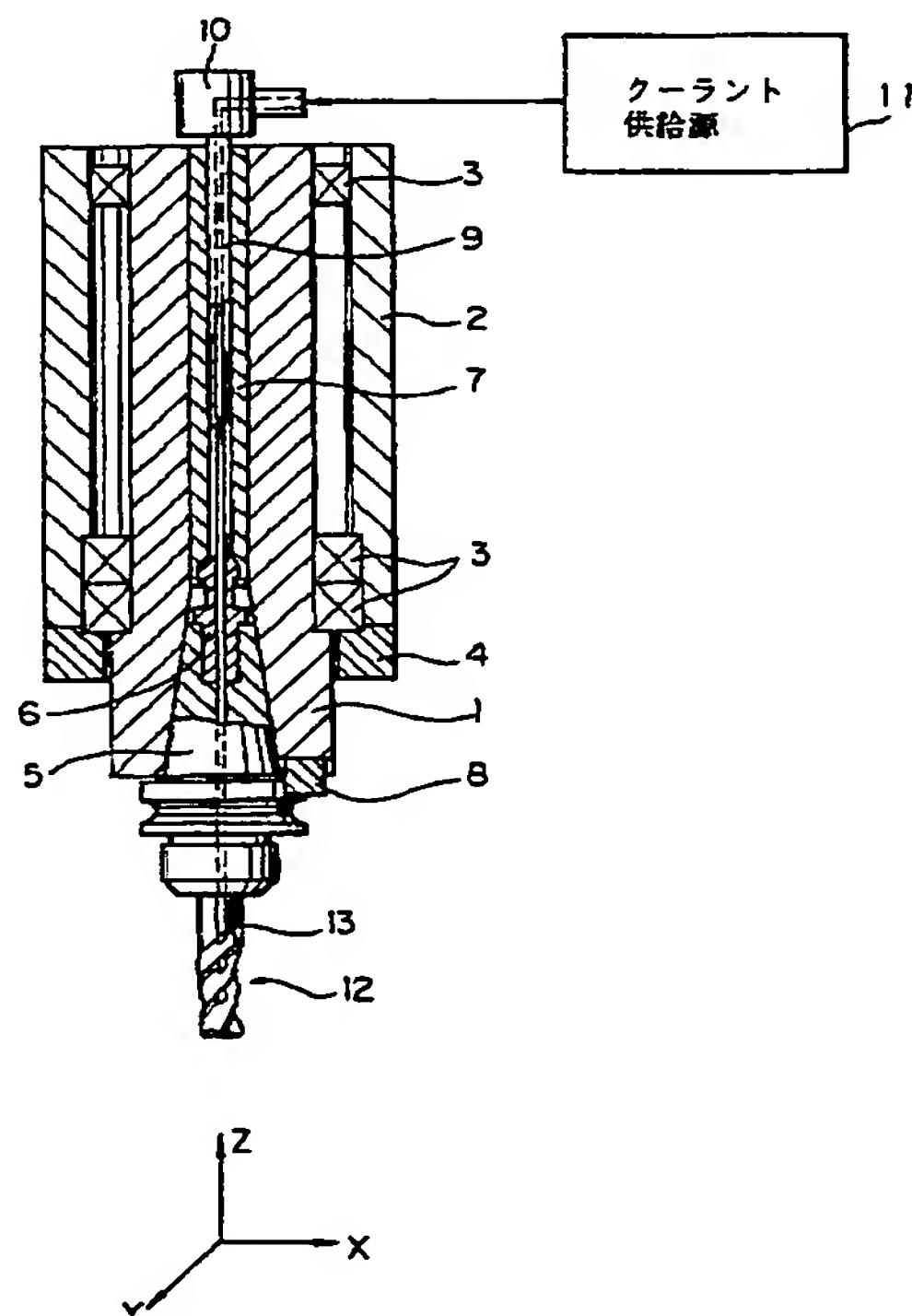
|             |                |         |                                                |
|-------------|----------------|---------|------------------------------------------------|
| (21)出願番号    | 特願平5-132136    | (71)出願人 | 000154990<br>株式会社牧野フライス製作所<br>東京都目黒区中根2丁目3番19号 |
| (22)出願日     | 平成5年(1993)6月2日 | (72)発明者 | 中村 誠<br>神奈川県愛甲郡愛川町中津4023番地 株式<br>会社牧野フライス製作所内  |
| (31)優先権主張番号 | 特願平4-181571    | (74)代理人 | 弁理士 宇井 正一 (外4名)                                |
| (32)優先日     | 平4(1992)6月17日  |         |                                                |
| (33)優先権主張国  | 日本(JP)         |         |                                                |
| (31)優先権主張番号 | 特願平4-266709    |         |                                                |
| (32)優先日     | 平4(1992)9月9日   |         |                                                |
| (33)優先権主張国  | 日本(JP)         |         |                                                |

(54)【発明の名称】 切削加工方法および装置

(57)【要約】

【目的】 切削工具先端の切刃部のすくい面へ、加工中、常に十分な圧力、流量の高圧クーラントが直接的に噴出されるようにして、切削加工部の切削熱の奪熱および切屑の排出を迅速、確実に行う。

【構成】 切削工具12の工具本体外周に工具先端の切刃部に向けて軸線と平行に凹形状のクーラント供給溝13を形成し、工具ホルダ5に装着した切削工具12の後端部に高圧のクーラントを導入し、該クーラントがクーラント供給溝13内を流通して工具先端の切刃部のすくい面に直接当たるように噴出させる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 工具本体外周にシャンク部の後端から先端の切刃部に向けて軸線と平行に少なくとも 1 本の直線状で凹形状のクーラント供給溝を刻設した切削工具を工具ホルダに装着し、前記工具ホルダの切削工具装着孔に高い圧力のクーラントを導入し、前記切削工具のクーラント供給溝内に前記クーラントを流通させ、前記切削工具先端の切刃部の切削点に向けて前記クーラントを噴出し、前記切削工具を回転させながらワークとの間で相対送りを与えワークを切削加工するようにした切削加工方法。

【請求項 2】 工具装着孔の内周面に軸線と平行に少なくとも 1 本の凹形状のクーラント供給溝を刻設した工具ホルダに切削工具を装着し、前記工具ホルダの工具装着孔に高い圧力のクーラントを導入し、前記工具ホルダのクーラント供給溝内に前記クーラントを流通させ、前記切削工具の外周に沿って先端の切刃部の切削点に向けて前記クーラントを噴出し、前記切削工具を回転させながらワークとの間で相対送りを与えワークを切削加工するようにした切削加工方法。

【請求項 3】 前記切削工具の Z 軸方向の切込みは、X 軸または Y 軸を移動させながら所定量切込むようにした請求項 1 または 2 に記載の切削加工方法。

【請求項 4】 前記切削工具とワークとの相対送りは、等高線輪郭加工になるように行う請求項 1 または 2 に記載の切削加工方法。

【請求項 5】 前記切削工具にボールエンドミルを用い、該ボールエンドミルとワークとに螺旋状にかつダウンカットになるように Z 軸方向の切込みと X 軸および Y 軸方向の相対送りを与えて穴あけ加工を行う請求項 1 または 2 に記載の切削加工方法。

【請求項 6】 前記切削工具に直径 D のボールエンドミルを用い、該ボールエンドミルに与える Z 軸方向の切込みは  $0.1D$  以下とする請求項 1 または 2 に記載の切削加工方法。

【請求項 7】 前記ボールエンドミルとワークとの間の相対送りのピックフィード量は  $D/2$  以下とする請求項 6 に記載の切削加工方法。

【請求項 8】 請求項 5 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の切削加工方法で金型鋼や焼入れ鋼などの難削材を加工する切削加工方法。

【請求項 9】 前記切削工具はボールエンドミルを用い、該ボールエンドミルとワークとを螺旋状にかつダウンカットになるように相対移動させる穴あけ加工や、前記ボールエンドミルとワークとをうず巻き状にかつダウンカットになるように相対移動させるポケット加工などの標準切削加工パターンをサブプログラムとして NC プログラムを作成し、必要に応じて該サブプログラムを呼び出して NC 加工する請求項 1 または 2 に記載の切削加工方法。

【請求項 10】 工具本体外周にシャンク部の後端から先端の切刃部に向けて軸線と平行に少なくとも 1 本の直線状で凹形状のクーラント供給溝を刻設した切削工具と、該切削工具を装着し、前記クーラント供給溝にクーラントを導入するクーラント供給孔を有した工具ホルダと、クーラントを前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記クーラント供給溝を流通して前記切削工具の先端の切刃部の切削点へ高圧で噴出可能にしたクーラント供給源と、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を与える送り装置とを具備した切削加工装置。

【請求項 11】 工具本体外周にシャンク部の後端から先端の切刃部に向けて軸線と平行に少なくとも 1 本の直線状で凹形状のクーラント供給溝を刻設した切削工具と、該切削工具を装着し、前記クーラント供給溝にクーラントを導入するクーラント供給孔を有した工具ホルダと、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記工具ホルダを前記回転主軸に装着するドローバー内に設けられ、前記工具ホルダのクーラント供給孔に接離可能なクーラント供給管路と、クーラントを前記クーラント供給管路を介して前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記切削工具に設けたクーラント供給溝を流通して前記切削工具の先端の切刃部の切削点へ高圧で噴出可能にしたクーラント供給源と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を行わせる送り装置とを具備した切削加工装置。

【請求項 12】 工具装着孔の内周面に軸線と平行に設けた少なくとも 1 本の凹形状のクーラント供給溝を有し、前記工具装着孔にクーラント供給孔を通してクーラントを導入可能にした工具ホルダと、クーラントを前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記クーラント供給溝内を流通し、前記工具装着孔に装着した切削工具の外周に沿って該切削工具の先端の切刃部の切削点に向けて高圧で噴出するようにしたクーラント供給源と、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を行わせる送り装置とを具備した切削加工装置。

【請求項 13】 切削工具を受け入れて把持するすり割溝を有するコレットを緊締、弛緩可能に装着し、前記コレットの工具装着孔にクーラント供給孔を通してクーラントを導入可能にした工具ホルダと、クーラントを前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記コレットのすり割溝を流通して把持している切削工具の外周に沿って該切削工具の先端の切刃部の切削点に向けて高圧で噴出するようにしたクーラント供給源と、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を行わせる送り装置とを具備した切削加工装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エンドミル、ボールエンドミル、ドリル、フライスカッタ等の切削工具を用いてワークを加工する切削加工方法およびその加工装置に関するものである。なお、本発明ではクーラントとは、切削液、加圧エアー等の冷却作用および切屑排出作用を行う流体のことを言う。また、切削工具をシャンク部と切刃部とに分け、それら両部を総称して工具本体という。そして、切刃部を更に実質的に切削作用を行う主切刃部と、この主切刃部以外の切刃部である第2の切刃部とに分ける。例えば、エンドミルについて考えると、主切刃は、工具先端から数えて一重目の切刃のある領域である。

## 【0002】

【従来の技術】切削加工は、ワークより硬くて強い工具に回転力を与えながらワークに押し付けて相対運動を行わせ、剪断作用により切屑を発生させワークを所望形状に仕上げるものである。このとき、主に剪断仕事および切屑と工具との摩擦仕事により切削熱が発生する。この切削熱は、工具の主切刃部に伝達され工具の寿命を短くし、また、構成刃先を生成して加工面粗さを悪化させる等の悪影響を引き起こす。よって、発生した切削熱をいち早く確実にクーラントで冷却し、これらの悪影響をなくす必要がある。これらの問題は、加工するワークが難切削性の材料（以下、単に難削材と記載する）、つまり高硬度または高靱性、若くは両方の性質を有する材料、例えばチタンやAlloy 600（所謂インコネル（登録商標））や焼き入れ鋼等の場合に大きくなる。従来技術では、研削加工や放電加工でないと、これらの材料を加工することはできなかった。

【0003】これらの問題を克服するためには、切屑の発生するワークの剪断部および切屑と工具のすくい面との間の摩擦部に高圧クーラントを噴射し、発生した切削熱が工具やワークに伝達される前にクーラントで冷却して奪取すると共に、切削熱を保有している切屑もクーラントと一緒に吹き飛ばさなければならない。言い換えれば、切削加工部およびその近傍に十分な圧力と流量を有した高圧クーラントを常時噴射しなければならない。クーラントを切刃部に供給する方法として、次の2つの方法が周知となっている。第1は、所謂スルスピンドルクーラントである。この方法では、クーラントが、クーラント供給源から工具主軸の後端に供給される。このクーラントは、次いで、上記工具主軸と、工具ホルダと、装着された工具とに設けられたクーラント通路を順次流通して工具先端から噴出される。他の方法は、スルーツールクーラントである。この方法では、クーラントは、クーラント供給源から工具主軸の後端からではなく回転継手を介して工具ホルダ内に供給される。このクーラントは、次いで、工具ホルダおよび該工具ホルダに装着された切削工具に設けられたクーラント通路を順次流通し

て工具先端から噴出される。

【0004】一方切削工具には、工具後端から先端に向けて軸線に沿って貫通孔を形成したエンドミル、ボールエンドミル、ドリル等がある。第1の従来技術として、この貫通孔を有した切削工具を工具ホルダで把持し、スルスピンドルクーラントまたはスルーツールクーラント手段を用いて切削工具先端部からクーラントを噴出させながら加工を行う切削加工方法および装置がある。第2の従来技術として、実開平1-132327号公報に記載の鑄抜き孔用タップがある。これはタップの内部軸方向に油孔を貫通すると共に、シャンク外周にタップ溝に連通する油溝を形成した鑄抜き孔用タップで、止まり穴のタッピングの場合は、油孔および油溝から供給する両方のクーラントが潤滑、冷却、切屑排出の作用をする。貫通孔のタッピングの場合は、油孔から供給するクーラントは、そのままワーク外部へ流出してしまうが、シャンク外周に設けた油溝からクーラントが供給されるので潤滑、冷却、切屑排出の作用が効果的に行われる。第3の従来技術として、実公平4-2743号公報に記載のエンドミルがある。これは当該公報の第1図に示す如く、エンドミル本体20の外周後端部に、エンドミル本体の長手方向に沿って、エンドミル本体の後端側から切屑排出溝22まで延びるクーラント供給溝25を形成し、エアーや油等をこの溝25に向けて噴出させるようにしたものである。これによって切屑が円滑に排出可能になる。更に、該エンドミルは、工具先端部に穴がないので再研磨も行える。

【0005】第4の従来技術として、特開平4-25309号公報に記載の切削方法およびそれに用いる装置がある。これは工具の切刃として超微粒子超硬合金製のものを用い、高圧水吐出ノズルから切削点に向けて吐出圧 $10\text{ kg/cm}^2$ 以上の高圧流体を投射するようにしたものである。これにより、切削点が高圧液体によって瞬時に冷され、切削点での発熱が殆んど工作物および切削工具切刃内部に伝導しないため、工作物も切刃も熱的ダメージを受けることがないというものである。第5の従来技術として、実開平4-73440号公報に記載の工作機械における回転工具の給油装置がある。ただし、該公報は本願の国内優先権主張の基礎出願日以降に公開されたので公知資料ではないが、本願の先願に当たるので参考に述べる。この公報の技術は、工具と共に回転する回転部材内にクーラントの給油路を形成し、該給油路の出口側先端を工具の外周に向けて構成したものである。供給されるクーラントと工具とは同一回転数で回転するので、クーラントが回転する工具にはじき飛ばされることなく十分に注油される。また、クーラントと工具との位置関係は、X、Y、Zの送り運動を行っても変わることがなく、常に工具の設定した位置にクーラントが供給されるというものである。

## 【0006】



【発明が解決しようとする課題】第1の従来技術は、この切削加工部のできるだけ近くにクーラントを供給しようとしたものである。そのとき切削工具内部にクーラントが流通する貫通孔を形成しなければならないが、超硬工具などの場合、この貫通孔の形成が難しい。また、工具先端中心に切刃があるボールエンドミルやドリルなどの場合は、その切刃部をよけた逃げ面に貫通孔を開口させる必要から、屈曲したり二股に分岐した貫通孔を形成する必要があり更に難しい。さらに小径工具の場合は、貫通孔を形成したため工具の強度が下がり、軸部の切損や刃先の欠けが生じ易くなる。そして、貫通孔の内径自体も大きくできず、十分なクーラント流量が確保されないという問題点がある。第2の従来技術は、比較的低速切削を行なうねじ切り作業の工具としてのタップの構成を開示したものであり、油溝から供給するクーラントは低圧、少量で、タップの回転に伴って油溝からはみ出して、むしろ加工すべき、ねじ部に浸み込んで行く程度が好ましい。これに対しエンドミル、フライスカッタ、ドリルなどの切削工具は、比較的高速切削を行う必要から、この従来技術を適用することができない。つまり、高速で回転するエンドミル等の切削工具の場合は、十分な圧力、流量の高圧クーラントが切削加工部へ直接的に噴射されなければならない。よって、この第2の従来技術をエンドミル、ボールエンドミル、ドリル、フライスカッタ等の切削工具による加工部へのクーラント供給技術に適用するには問題がある。

【0007】第3の従来技術は、凹形状のクーラント供給溝がシャンク部に最も近い切屑排出溝までしか形成されていないため、クーラントをクーラント供給溝に沿って高圧で噴出させた場合、シャンク部に近い切刃部分でクーラントがはじかれて工具主切刃部までクーラントが十分に到達しない不都合がある。エンドミル先端部のみを使う比較的浅い溝切り加工、ボールエンドミルやドリルの先端部の切刃を使う加工などの通常よく行われる加工の場合には、特にこの不都合が顕著となり、切削加工部の十分な冷却や迅速な切屑排出が行われないという問題点がある。第4の従来技術は、クーラント吐出ノズルを用いているので、工具の径、長さに応じて切削加工部へクーラントが噴射されるように手動または自動でノズルの方向を変える必要がある。また、ノズルとワークとが干渉したり、段取り作業の障害になったりする不都合がある。さらに、ワーク形状や加工部位によっては、そのワーク形状に妨げられ切削加工部へクーラントが直接的に噴射されない問題点がある。第5の従来技術は、回転部材内の給油路出口を工具の外周に向けて形成しなければならないという不都合がある。

【0008】次に、金型等の三次元形状ワークの切削加工方法について考える。例えば、むく材からポケット加工を行う場合、先ずドリルで穴加工を行い、その穴をエ

ンドミルでくり広げて所望のポケット形状に仕上げる。するとドリル加工用およびエンドミル加工用の2種類の工具やNCプログラムを用意しなければならなかったり、加工途中において工具交換を行わなければならず、加工能率が悪かった。また、エンドミルだけでポケット加工等三次元形状ワークの荒加工から仕上げ加工までを一貫して行う切削加工方法は確立していないのが現状である。従って本発明の主たる目的は、上述の問題を解決し、すなわち、工具長、工具径によらず、常に十分な圧力および流量の高圧クーラントが切削加工部へ直接的に噴出されるようにし、切削熱の迅速な奪取と、切屑の確実な除去を達成する更に改善された切削加工方法および装置を提供することである。他の目的は、従来は研削加工や放電加工でしか加工できなかった高硬度材や高靱性材でなる難削材のワークを能率よく加工する切削加工方法および装置を提供することである。更に他の目的は、金型等の三次元形状ワークを面粗度良好に、加工能率を上げて加工する切削加工方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の方法では、工具ホルダの工具装着穴に、切削加工中に発生する熱と切屑とを排除するのに十分な圧力と流量とを有するクーラントを導入し、次いで、該クーラントを、前記シャンク部後端から切削工具の先端に向けて噴流状に方向付けて切削点に直接的に噴出し、そして、前記切削工具をワークに対して相対的に送って前記ワークを所望形状に加工する。即ち、工具本体外周にシャンク部の後端から先端の切刃部に向けて軸線と平行に少なくとも1本の直線状で凹形状のクーラント供給溝を刻設した切削工具を工具ホルダに装着し、前記工具ホルダの切削工具装着孔に高い圧力のクーラントを導入し、前記切削工具のクーラント供給溝内に前記クーラントを流通させ、前記切削工具先端の切刃部の切削点に向けて前記クーラントを噴出し、前記切削工具を回転させながらワークとの間で相対送りを与えワークを切削加工するようにした切削加工方法が提供される。

【0010】また、上記目的を達成するために本発明では、工具装着孔の内周面に軸線と平行に少なくとも1本の凹形状のクーラント供給溝を刻設した工具ホルダに切削工具を装着し、前記工具ホルダの工具装着孔に高い圧力のクーラントを導入し、前記工具ホルダのクーラント供給溝内に前記クーラントを流通させ、前記切削工具の外周に沿って先端の切刃部の切削点に向けて前記クーラントを噴出し、前記切削工具を回転させながらワークとの間で相対送りを与えワークを切削加工するようにした切削加工方法が提供される。更に、上述の目的を達成するために本発明では、工具本体外周にシャンク部の後端から先端の切刃部に向けて軸線と平行に少なくとも1本の直線状で凹形状のクーラント供給溝を刻設した切削工具と、該切削工具を装着し、前記クーラント供給溝にク



ーラントを導入するクーラント供給孔を有した工具ホルダと、クーラントを前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記クーラント供給溝を流通して前記切削工具の先端の切刃部の切削点へ高圧で噴出可能にしたクーラント供給源と、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を与える送り装置とを具備した切削加工装置が提供される。

【0011】上記目的を達成するために本発明では、更に、工具本体外周にシャンク部の後端から先端の切刃部に向けて軸線と平行に少なくとも1本の直線状で凹形状のクーラント供給溝を刻設した切削工具と、該切削工具を装着し、前記クーラント供給溝にクーラントを導入するクーラント供給孔を有した工具ホルダと、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記工具ホルダを前記回転主軸に装着するドローバー内に設けられ、前記工具ホルダのクーラント供給孔に接離可能なクーラント供給管路と、クーラントを前記クーラント供給管路を介して前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記切削工具に設けたクーラント供給溝を流通して前記切削工具の先端の切刃部の切削点へ高圧で噴出可能にしたクーラント供給源と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を行わせる送り装置とを具備した切削加工装置が提供される。

【0012】更に、本発明では、工具装着孔の内周面に軸線と平行に設けた少なくとも1本の凹形状のクーラント供給溝を有し、前記工具装着孔にクーラント供給孔を通してクーラントを導入可能にした工具ホルダと、クーラントを前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記クーラント供給溝内を流通し、前記工具装着孔に装着した切削工具の外周に沿って該切削工具の先端の切刃部の切削点に向けて高圧で噴出するようにしたクーラント供給源と、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を行わせる送り装置とを具備した切削加工装置が提供される。

【0013】更に、本発明では、切削工具を受け入れて把持するすり割溝を有するコレットを緊締、弛緩可能に装着し、前記コレットの工具装着孔にクーラント供給孔を通してクーラントを導入可能にした工具ホルダと、クーラントを前記工具ホルダのクーラント供給孔に高い圧力で導入し、該クーラントが前記コレットのすり割溝を流通して把持している切削工具の外周に沿って該切削工具の先端の切刃部の切削点に向けて高圧で噴出するようにしたクーラント供給源と、前記工具ホルダを装着する回転主軸と、前記切削工具とワークとの間で相対移動を行わせる送り装置とを具備した切削加工装置が提供される。

【0014】

【作用】スルースピンドルクーラント装置またはスルー

ツールクーラント装置によって工具ホルダのクーラント供給孔へ導入された高圧クーラントは、工具ホルダに装着した切削工具のクーラント供給溝を流通して、または切削工具の外周に沿って切削加工部へ噴出する。このとき、クーラント供給溝は切削工具主切刃部の切削点に向けて軸線と平行に形成し開口しているため、クーラントは必ず切削加工部へ直接的に当たるように噴出される。クーラントは、工具ホルダおよび切削工具と同一速度で回転しながら、しかも遠心力で外周方面へ飛ばされない十分な圧力、流量を持って噴出されるため、切削加工中、常に切削加工部を冷却し、切屑を排出する働きをする。また、このときクーラントは切削工具に設けたクーラント供給溝内を通過するので、クーラントがワークに妨げられることなく確実に切削加工部に噴出される。更に、クーラントは切削工具の外周に沿って平行に噴出するので、工具長や工具径によって噴出角度を変える必要がない。

【0015】

【実施例】本発明の切削加工装置の構成図である図1を参照すると、工具主軸1は、主軸ハウジング2にベアリング3によって回転自在に支承され、図示しない駆動装置によって回転される。ハウジング2はベアリング押え4により閉鎖される。工具ホルダ5は、その後端部に螺着されたプルスタッド6をドローバー7で引き上げることにより、工具主軸1の先端テーパ孔に装着される。工具ホルダ5はキー8により回転方向に位置決めされる。ドローバー7は、工具主軸1の軸線に沿って延設されたクーラント通路9を具備している。該クーラント通路9は、ドローバー7内にパイプ9を挿嵌して構成してもよい。ドローバー7の先端はプルスタッド6に当接して工具主軸1と一体的に回転する。パイプ9の後端には流体回転継手10が設けられ、クーラント供給源11から吐出されたクーラントは、パイプ9内に送り込まれるようになっている。

【0016】一方、工具ホルダ5の先端部にはエンドミル12が着脱自在に装着される。エンドミル12の工具本体外周には、後述の凹形状をしたクーラント供給溝13が主切刃部直前まで形成されている。プルスタッド6、工具ホルダ5にはパイプ9と連通する貫通孔が穿設されており、クーラント供給源11から吐出されたクーラントは、パイプ9、プルスタッド6、工具ホルダ5を通過し、エンドミル12のクーラント供給溝13を流通して、最終的にエンドミル12の主切刃部に向けて噴出されるように構成されている。エンドミル12を回転させながら、図示しないワークとの間でX、Y、Zの各軸方向の相対移動を行い、クーラントを供給してワークを切削加工する。ここで、工具主軸1の回転軸の方向にZ軸を定義し、該Z軸に垂直な方向にX軸を、そしてXおよびZ軸に対して垂直な方向にY軸を定義する。

【0017】図2は、本発明に用いるエンドミルの一例

を图示しており、図 2 (a) はエンドミル 12 の正面図であり、図 2 (b) は図 2 (a) において矢視線 A-A に沿う断面図である。図 2 のエンドミル 12 は、4 枚刃のエンドミルであり、切刃部の外周につる巻き状に延設された切刃 14 a, 14 b, 14 c, 14 d と逃げ溝 15 とを有している。シャンク 16 の外周には、凹形状のクーラント供給溝 13 がエンドミル 12 の後端面 17 から軸線と平行に、第 2 の切刃部を貫通して切刃 14 a, 14 c の最先端部に向けて 2 本刻設してある。クーラント供給溝 13 は、シャンク部に刻設された部分 13 a、切刃 14 c を貫通する部分 13 b、切刃 14 b を貫通する部分 13 c とに分かれているが直線状に連なっており、一本の溝とみなすことができる。

【0018】このクーラント供給溝 13 の断面形状は、図示のように角形状ばかりでなく、半円形状、半楕円形状等、その他の形状でも良い。そして二本のクーラント供給溝 13 の深さ部の径 d は、切刃 14 の外径 D より小さい。つまり、クーラント供給溝 13 は切刃部外周面より、より奥に切込んである。これは、クーラント供給溝 13 が最先端の主切刃に向かって開口する、すなわちクーラント供給溝 13 の延長線が、必ず工具主切刃部 14 にぶつかるように構成するためである。よって、シャンク部の外径が切刃部の外径より大きく形成されているエンドミルについては、深いクーラント供給溝を刻設する必要がある。なお、クーラント供給溝 13 b と切刃 14 c との交差部、13 c と 14 b との交差部などの鋭利な部分は、面取りを施して切刃の欠けを防止している。

【0019】次に、図 3 を参照して、本発明のボールエンドミルについて説明する。図 3 において図 3 (a) はボールエンドミル 12 の正面図であり、図 3 (b) は図 3 (a) において矢視線 B-B に沿う断面図である。図 3 のボールエンドミルは、4 枚刃のボールエンドミルであり、一例としてクーラント供給溝 13 が 4 本刻設されている。クーラント供給溝 13 は、シャンク部 16 にシャンク後端面 17 からシャンク 16 の軸線と平行にかつ直線状に刻設されており、それぞれの切刃部 14 a, 14 b, 14 c, 14 d のすくい面に向かって開口されている。このボールエンドミル 12 においても、図 1 のエンドミルで説明したように、高圧クーラントがクーラント供給溝 13 を通り、工具主切刃部 14 a, 14 b, 14 c, 14 d のすくい面に向かって噴射される。この高圧クーラントは切刃部の切削による発熱が奪取すると共に、切刃部に付着しようとする切屑を直撃して飛散させるのである。従って、クーラント溝 13 は前述のエンドミルで説明したことと同様の作用、効果を有しており、ここでは重複するので説明を省略する。

【0020】図 4 は、本発明のドリルの一例を示しており、図 4 (a) はドリル 12 の正面図であり、図 4 (b) は図 4 (a) の矢視線 C-C に沿う断面図である。既述の工具と同様に、クーラント供給溝 13 が、シ

ャンクの後端面 17 から軸線と平行でかつ直線状に、途中で切刃部を貫通してドリル主切刃部 14 のすくい面に向けて開口するように二本刻設されている。なお、図中、20 の一点鎖線は、ドリルが回転したときの軌跡を示したものである。

【0021】図 5 は、本発明のフライスカッタの一例を示しており、図 5 (a) はフライスカッタ 12 の正面図であり、図 5 (b) は図 5 (a) の矢視線 D-D に沿う断面図である。図 5 にはフライスカッタの代表例として、あり溝フライスを示す。シャンク 16 には後端面 17 から軸線と平行にかつ直線状に、工具主切刃部 14 のすくい面に向かって五本のクーラント供給溝 13 が刻設されている。この様に構成することにより、クーラントは必ず切刃部のすくい面に供給される。

【0022】図 6 は、本発明のクーラントの作用を示す説明図であり、エンドミル 12 を工具ホルダ 5 に装着した図である。エンドミル 12 のシャンク 16 が、工具ホルダ 5 の工具装着孔 18 に装着される。クーラント供給源 (図 1 参照) により加圧されたクーラントが、クーラント供給孔 19 を通って工具装着孔 18 に流入する。次いで、該クーラントは、前記二つの凹溝 13 を流通してエンドミル 12 先端方向に噴出する。エンドミル 12 による加工中は、工具主軸 1、工具ホルダ 5、エンドミル 12 は共に回転し、内部のクーラントも同じ速さで回転する。主軸 1 を高速回転させた場合においても、クーラント供給溝 13 から噴出したクーラントが、工具主切刃部に確実に高圧で噴射される程度の高い圧力 (例えば  $70 \text{ Kg/cm}^2$ ) でクーラントを供給する。これにより、クーラント供給溝 13 から噴出したクーラントは、直接的に工具主切刃部に当たるようにしてある。クーラント供給溝 13 の断面積は、エンドミル内部に孔をあけるよりも大きくでき、それだけ流量もかせげる。従って、如何なる場合でも常にクーラントが十分な圧力、流量で工具主切刃、つまり切削加工部に供給され、迅速に切削熱を奪熱し切屑を排出できる。エンドミル 12 のシャンク部より先端方向の切刃部全域を使用するような深溝加工や側面加工の場合は、クーラント供給溝 13 a と 13 b との間、13 b と 13 c との間の開放部からクーラントが漏れ出しており、工具先端部ばかりでなく切刃全域にわたってクーラントが供給されることになり、あらゆる加工に対して切削熱の奪熱および切屑排出作用を行えるのである。

【0023】図 7 (a) は、本発明の他の実施例を示す要部構成図であり、図 7 (b) は、図 7 (a) の矢視線 E-E に沿う断面図である。図 8 (a) は、本発明の更に別の実施例を示す要部構成図であり、図 8 (b) は、矢視線 F-F に沿う断面図である。図 7、8 では、図 1 の切削加工装置のクーラント供給溝 13 を刻設したエンドミルの代わりに、テーパチャック式 (図 7) と、コレットチャック式 (図 8) の工具ホルダを用いて、クーラ



ント供給溝のない通常のエンドミルが装着される。高圧クーラント（例えば $70\text{Kg}/\text{cm}^2$ ）はエンドミル外周に沿って工具先端方向に噴出させる。

【0024】図7を参照すると、工具ホルダ5は、テーパ外面26とネジ部27とを有する装着部25を具備しており、前記工具装着孔18が装着部25を貫通して外部に開口している。エンドミル12が、工具装着孔18に挿入され、リング23で緊締することにより固着される。リング23は、テーパ外面と係合するテーパ内面28と、装着部のネジ部27と係合可能なネジ部29とを具備している。ネジ部27、29を係合させて、リング23を装着部25に締結するとテーパ面26、28が係合し、これによりエンドミル12が工具装着孔18内に固定される。装着部25に、工具ホルダ5の中心軸と平行にすり割りを形成して、工具装着孔内の工具を良好に固定できるようにしてもよい。

【0025】工具装着孔18は、プルスタッド6の貫通孔19を介してパイプ9と連通されており、クーラント供給源11からクーラントを導入可能になっている。工具装着孔18の内周面には、該内周面の直径上 $180^\circ$ の位置に対向して2本の凹溝24が設けられており、該凹溝24は、工具主軸1および装着されたエンドミル12の中心軸と平行に工具ホルダ5の先端面まで延設されている。工具装着孔18にエンドミル12を挿着すると、この凹溝24はエンドミル12の外周面とによりクーラント流通路となり、工具装着孔18に導入されたクーラントは、凹溝24の出口から、エンドミル12の外周に沿ってエンドミル12の先端方向に噴出する。

【0026】次に図8を参照すると、エンドミル12は、コレットチャックにより、工具ホルダ5に装着されている。コレットチャックは、コレット21とコレットリング23とを具備している。コレット21には、軸線方向に延設された4つのすり割り22が、円周方向に等角度間隔で配設されている。該すり割り22により、コレット21は4つの部分に分割されるが、それぞれの部分は連結リング32により相互に連結されている。コレット21は、また、コレットリング23の係合面31と係合する係合面30が形成されている。コレットリング23は、コレット21の係合面30と係合する係合面31と、工具ホルダ5のネジ部27と係合するネジ部29とを具備している。ネジ部27、29によりコレットリング23を工具ホルダ5に螺着すると、係合面30、31が互いに係合して、コレット21が工具装着孔18内に押し込まれ、これによりエンドミル12が装着されるようになっている。

【0027】工具装着孔18は、プルスタッド6の貫通孔19を介してクーラント通路9（図1参照）と連通している。クーラント供給源11からのクーラントは、クーラント通路および貫通孔19を流通して工具装着孔18内に導入される。前記すり割り22は、連結リング3

2の中央開口部33を介して工具装着孔18と連通している。工具装着孔18に導入されたクーラントは、連結リング32の中央開口部33を介して、すり割り22に流入し、該すり割り22の出口からエンドミル12の外周面に沿って主切刃部に向けて噴射される。噴出されたクーラントの作用は、図7の場合と同様なので説明は省く。

【0028】従来のクーラント吐出ノズルを高速回転するエンドミルの外部に設け、該ノズルからクーラントをエンドミルに向けて噴射する方法があるが、高速で回転するエンドミルの周囲には、ほぼ等速で回転する空気層があり、その空気層を打ち破ってエンドミルの切刃部のすくい面に直接的にクーラントを当てるのは困難であった。つまり、クーラントは、ほとんど空気層ではじき飛ばされていた。本発明は、エンドミルに形成したクーラント供給溝内にクーラントを流通させた状態で、または工具ホルダ内部の凹溝やコレットのすり割り部を介してエンドミル外周に沿ってクーラントを噴出した状態でエンドミルを高速で回転させるので、エンドミル外周を取り巻く空気層の内部にクーラントがすでに存在することになり、空気層を打ち破ることなくエンドミル主切刃部のすくい面に直接的にクーラントを噴出することができるのである。

【0029】また、クーラントとして切削液などの液体ばかりでなく、加圧エアを用い、このエアを噴出し、切刃部の冷却および切屑の排出を行わせても良い。本発明による切削加工方法および装置は、このように構成したことにより、従来技術の問題点である切削工具に貫通孔を形成する困難さがなく、しかも小径工具の場合に貫通孔を設けて工具の強度が不足したり、貫通孔が小径のため十分なクーラント流量が確保されないということがなくなった。また、クーラント供給溝または切削工具外周を流通したクーラントは、必ず切刃部を直撃するように噴出される。更に、外部に設けたクーラント吐出ノズルによるクーラント供給のように、手動または自動によるノズル角度の調節の必要がなく、しかもワーク形状や加工部位によっては切削加工部へ直接的にクーラントが投射されない、あるいは切削工具外周を、ほぼ等速で周回する空気層にクーラントがはじき飛ばされるという不都合が解消された。

【0030】本実施例では、クーラント供給溝または凹溝を二本形成した場合について述べたが、少なくとも一本あれば、それなりの効果を発揮する。しかし、クーラント供給溝は工具主切刃の数だけ、それぞれの切刃部に向けて設けることが最も望ましい。また、他の形式の工具ホルダを用いても、装着した切削工具外周に沿ってクーラントが工具先端方向に噴出される構成ならば良い。更に、既述の実施例は、スルースピンドルクーラント方式の場合について説明したが、工具ホルダにクーラントを導入するスルーツールクーラント方式であっても良い。



ことは言うまでもない。

【0031】次に、図1の切削加工装置の工具ホルダ5にエンドミルやボールエンドミルを装着して、むく材となるワークを加工する場合を考える。Z軸方向にだけ切込んで行く加工方法は、工具先端の軸心付近に切刃が存在しなかったり、たとえ切刃が存在していても切削が連続的に行われるため発熱が大きくなったり、工具摩耗が早くなったり、切削振動が大きくなる等の異常切削状態となる。このため通常は、ドリルで下穴をあけてからこの下穴をエンドミルやボールエンドミルで繰り広げ、穴あけ加工やポケット加工を行っている。するとドリルとエンドミルといった2種類の工具用のNCプログラムを作成しなければならなかったり、加工過程で工具交換をしなければならなかったり作業能率が悪かった。本発明では、エンドミルまたはボールエンドミルをX軸またはY軸方向に移動させながらZ軸方向に切込み、通常の溝切削と同じ方法で穴あけ加工やポケット加工を行う切削加工方法も開示している。もちろんこのとき高圧クーラントは前述の方法で切削点に高圧で噴出させている。この切削加工方法によって1種類の工具でむく材のワークに穴あけ加工やポケット加工を一気に施すことができ、加工能率の向上を図ることができる。

【0032】先ず、図9および図10を参照して、3次元形状の切削加工を等高線輪郭加工で行うのと、往復加工で行うのとどちらが有利かを考える。図9はポケット加工を等高線輪郭加工で加工する場合の工具経路を図示しており、Z軸方向の高さが等しい輪郭に沿って工具12をX-Y平面内で送り、1周回したらZ軸方向にX軸、Y軸と同時に所定量切込み、つまり傾斜した経路36に沿って所定量切込み、その高さの輪郭に沿って工具12を再び周回させる切削加工方法である。これに対して図10は、同じ形状のポケット加工を往復加工する場合の工具経路を図示しており、工具12のY軸方向位置を固定しておき、X-Z平面内で工具12を一端から他端まで送り、所定量のピックフィード37をY軸方向に与え、逆方向にX-Z平面内で工具を送り切削加工する方法である。

【0033】往復加工は、ポケットPの側面と底面とのコーナ部において工具12に作用する負荷の大きさと方向が変化し易く加工が不安定である。また往路または復路の一つの工具経路において、工具の側面切刃で加工したり、底面切刃で加工したりして、加工箇所により切削速度が変化して面粗度がばらつく。等高線輪郭加工は一つの周回の工具経路における加工中の負荷の大きさと方向の変動が小さく比較的安定した加工が行える。また同一箇所の切刃で加工しており切削速度が一定となり面粗度が均一である。特に面粗度が要求される仕上げ加工の場合は、等高線輪郭加工が好ましい。

【0034】図11は切削加工中の状態を工具12の軸線方向から見た図で、図11(a)はダウンカットを図

11(b)はアップカットをそれぞれ示している。ダウンカットは工具12の切刃がワークWを押し付けながら切削し進行するのに対し、アップカットは工具12の切刃がワークWをすくい上げながら切削し進行する。ダウンカットは、切刃がワークWに食い込まず、切込み量相当が確実に切削でき、面粗度も良好であるのに対し、アップカットは、切刃とワークWとの間にすべりや食い込みが生じ易く、加工精度、面粗度が劣ることが知られている。またすべりがあるためダウンカットより発熱が大きいという欠点もある。このようにダウンカットの方が優れている点が多く、切削加工はなるべくダウンカットを維持するのが良い。前述の等高線輪郭加工でもダウンカットで行うのが良い。

【0035】ダウンカットまたはアップカットは、ワークの側面や、ポケットの内周面加工のように、回転工具の一方側だけで加工する場合の現象である。溝加工のように回転工具の二つの側で同時に加工する場合は、ダウンカットとアップカットとが併存しており、通常、仕上げるべき側がダウンカットになるように工具とワークとの相対移動を行わせる。後述の工具経路を平面上でうず巻き状にしてポケット加工を行う場合においても、ポケットの内周面がダウンカットになるように工具とワークとの相対移動を行うのである。

【0036】図12はボールエンドミルによる穴あけ加工の説明図である。ボールエンドミル12を回転しながらZ軸方向に切込み、同時にX-Y平面内において公転運動を与える、つまり、回転するボールエンドミルを螺旋状の経路でむく材のワークWに切込ませ、ストレートまたはテーパ状の穴40を加工するものである。ボールエンドミルはほぼ半球形状の切刃部があり、シャンク部は切刃部の径より若干細く形成しておき、一旦加工した面をシャンク部がこすらないようにして穴加工を行うと、非常に面粗度が良好な加工が行える。通常のスクエアエンドミルを用いると、一旦加工した面を上部の切刃がこすり、面荒れを招く。また熱が工具先端のコーナエッジに集中し加工面粗度が悪くなる。この穴あけ加工は、ダウンカットとアップカットとが混在する溝加工になるが、切刃が加工すべき穴の内周面と接触する部分においてはダウンカットになるようにボールエンドミルとワークWとを相対移動させるのが良い。

【0037】図13はボールエンドミル12を用いたポケット加工の説明図である。むく材のワークWにポケットPを加工するのに、ボールエンドミル12を前述のようにXまたはY軸方向に移動させながらZ軸方向に切込み、所定量の切込みに達したらX-Y平面内においてうず巻き状の工具経路に従ってボールエンドミル12とワークWとを相対移動させ、加工すべきポケットPの寸法まで加工したらうず巻きの拡大を止め、X軸、Y軸と同時にZ軸方向の切込みを再度与えてうず巻き状工具経路に沿った相対移動を行わせる。うず巻きを外側から縮小

させる方向に工具経路を形成させても同じである。ポケットPの内周面と接触する部分においては、ダウンカットになるようにボールエンドミル12とワークWとを相対移動させるのが良いことは言うまでもない。

【0038】このときボールエンドミル12の直径をDとすると、1回のZ軸方向の切込み量は0.1D以下の比較的浅い量に抑え、1刃当りの加工体積を少なくして発熱量を小さく、すなわち確実に冷却できるようにし、加工能率はボールエンドミルの回転数と送り速度を大きくしてカバーするような加工方法が好しい。また面粗度がさほど悪化しないZ軸方向切込み量とXまたはY軸方向のピックフィード量（うず巻きのピッチ）との限界の組み合わせが、切込み量0.1D以下でピックフィード量D/2以下である。従来は、Z軸方向の切込み量を0.2~0.4Dと比較的大きくし、ピックフィード量を0.1Dと比較的小さくする加工方法が主流であった。1刃当りの加工体積が大きいため発熱量が大きく、工具寿命が短くなり、特に高硬度材の加工には不向きである。

【0039】上記Z軸方向切込み量0.1D以下、XまたはY軸方向のピックフィード量D/2以下のボールエンドミル加工は、高圧クーラントを切削点に噴出させて行う前述の往復加工にも有効である。また高圧クーラントを切削点に噴出させながら前述のボールエンドミルによる穴あけ加工や、Z軸方向切込み量0.1D以下、ピックフィード量D/2以下の加工等を金型鋼や焼入れ鋼のような高硬度材や高靱性材でなる難削材ワークに施すことができる。従来研削加工や放電加工でしか加工することのできなかったことが、切削加工によって気軽に達成できるのである。

【0040】次に、NCプログラムに従って前述の各種の加工を行うことを考える。穴あけ加工、ポケット加工、溝加工等比較的単純形状をしており、また繰り返し使用実行されるので、これに対応するNCプログラムは、前述の加工方法を網羅した形で予め標準化してサブプログラム化しておくが良い。図14を参照して、本発明のNC制御装置について説明する。NC制御装置100は、主（メイン）プログラム部110と副（サブ）プログラム部120と、プログラム実行部130と、X-Yテーブル42のためのサーボ制御部140と、工具主軸のZ軸のためのサーボ制御部150と、クーラント制御部160とを具備して構成されている。

【0041】副プログラム部120は、穴あけ加工、ポケット加工、溝加工等の標準的な切削加工に対応する複数の標準プログラム121、122、123、...、12Nを具備している。プログラム実行部130において主プログラム部110のプログラムが実行される。そして、実施すべき加工に対する標準プログラム121、122、123、または12Nが適宜に選択される。こうして主プログラムおよび標準プログラムがプログラム実

行部130において実行される。プログラム実行部130から、X-Yテーブル42のためのサーボ制御部140と、Z軸のためのサーボ制御部150と、クーラント制御部160へ、各々の制御対象のための信号が送信される。

【0042】X-Yテーブル42のためのサーボ制御部140は、切削工具12をX-Yテーブル42に固定されたワーク（図14には図示されていない）に対して送るための送り手段41に制御信号を送信する。送り手段41は、サーボモータとボールネジ（図示せず）とを有する通常の送り装置により構成される。送り装置41によりX-Yテーブル42は、XまたはY軸の方向に送られ、これにより切削工具12がワークに対して所定経路に沿って送られる。Z軸のためのサーボ制御部150は、切削工具12をZ軸方向に送るための手段43に制御信号を送信する。送り手段43は、サーボモータとボールネジ（図示せず）とを有する通常の送り装置により構成される。また、クーラント制御部160からクーラント供給源11に制御信号が送信され、これによりクーラント供給源11が供給するクーラントの圧力と流量とを制御する。

【0043】例えばボールエンドミルによる穴あけ加工の場合、最初に使用工具径、加工すべき穴の内径および深さを指定しさえすれば、NCプログラムの途中において、穴あけ加工のサブプログラムを呼び出し、工具経路や切込み量等をいちいち指定しなくても自動的に所望の穴あけ加工が完了する。すなわち、高圧クーラントが噴射され、穴あけ加工はボールエンドミルを用い、ワークとの間で螺旋状にかつダウンカットになるように相対移動が自動的に行われるのである。同様にポケット加工ならば、使用工具径、加工すべきポケットの大きさと深さを指定しさえすれば、ボールエンドミルとワークとをうず巻き状にかつダウンカットになるように相対移動を自動的に行う。溝加工の場合は、使用工具径、加工すべき溝幅と溝長さ、溝深さ等を指定しさえすれば、直径DのボールエンドミルのZ軸方向の切込み量0.1D以下、必要であればピックフィード量D/2以下にしてダウンカットする等の加工条件の設定が自動的に行われる。このサブプログラム化は、NC装置のマクロプログラム機能を用いて行うとより好都合である。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の切削加工方法および装置によれば、切削工具のシャンク外周に形成したクーラント供給溝に流通させた高圧クーラントは切刃部のすくい面に直接的に当たるように噴出されるので、切削加工中、常に十分な圧力、流量の高圧クーラントが途中の切刃部やワークの形状に妨げられることなく確実に切削加工部に供給される。また、工具ホルダ内部に設けた凹溝やすり割りによって切削工具外周に沿って噴出させたクーラントも、同様に切削加工部に確実に供

給される。したがって、切削加工部における切削熱の奪熱や切屑の排出が迅速、確実に行われるので加工能率が向上し、また切屑の噛みこみがないので高精度な切削加工が行える。

【0045】また、奪熱効果が大きいので切削工具の寿命が伸び、経済的である。また本発明によれば、切削工具の長さや工具径によりクーラントの噴出位置や角度を変える必要がないので自動化が達成し易くなった。更に本発明によれば、回転する切削工具をX軸またはY軸方向に移動させながらZ軸方向の切込みを与える方法や、等高線輪郭加工の採用、ボールエンドミルとワークとを螺旋状に、かつ、ダウンカットになるように送る穴あけ加工方法の採用、ボールエンドミルのZ軸方向切込み量は $0.1D$ 以下、ピックフィード量は $D/2$ 以下となる加工方法の採用等により、加工能率と面粗度の向上を達成できた。また金型鋼や焼入れ鋼のような高硬度材または高靱性材でなる難削材ワークの切削加工も達成できた。更に本発明によれば、標準切削加工パターンをサブプログラム化して、面倒なNCプログラムの作成を省力化した。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の切削加工装置の構成図である。

【図2】本発明によるエンドミルの一例を示す図である。(a)は正面図である。(b)は図2(a)のA-Aに沿う断面図である。

【図3】本発明によるボールエンドミルの一例を示す図である。(a)は正面図である。(b)は図3(a)のB-Bに沿う断面図である。

【図4】本発明によるドリルの一例を示す図である。(a)は正面図である。(b)は図4(a)のC-Cに沿う断面図である。

【図5】本発明によるフライスカッタの一例を示す図である。(a)は正面図である。(b)は図5(a)のD-Dに沿う断面図である。

【図6】本発明のクーラントの作用を示す説明図である。

【図7】本発明の他の実施例を示す図である。(a)は工具ホルダの中心軸に沿う断面図である。(b)は図7(a)のE-Eに沿う断面図である。

【図8】本発明の別の実施例を示す図である。(a)は工具ホルダの中心軸に沿う断面図である。(b)は図8(a)のF-Fに沿う断面図である。

【図9】等高線輪郭加工による切削加工方法の説明図である。

【図10】往復加工による切削加工方法の説明図である。

【図11】2種類の切削加工方法を対比して示す図である。(a)はダウンカットの説明図である。(b)はアップカットの説明図である。

【図12】ボールエンドミルによる穴あけ加工の説明図である。

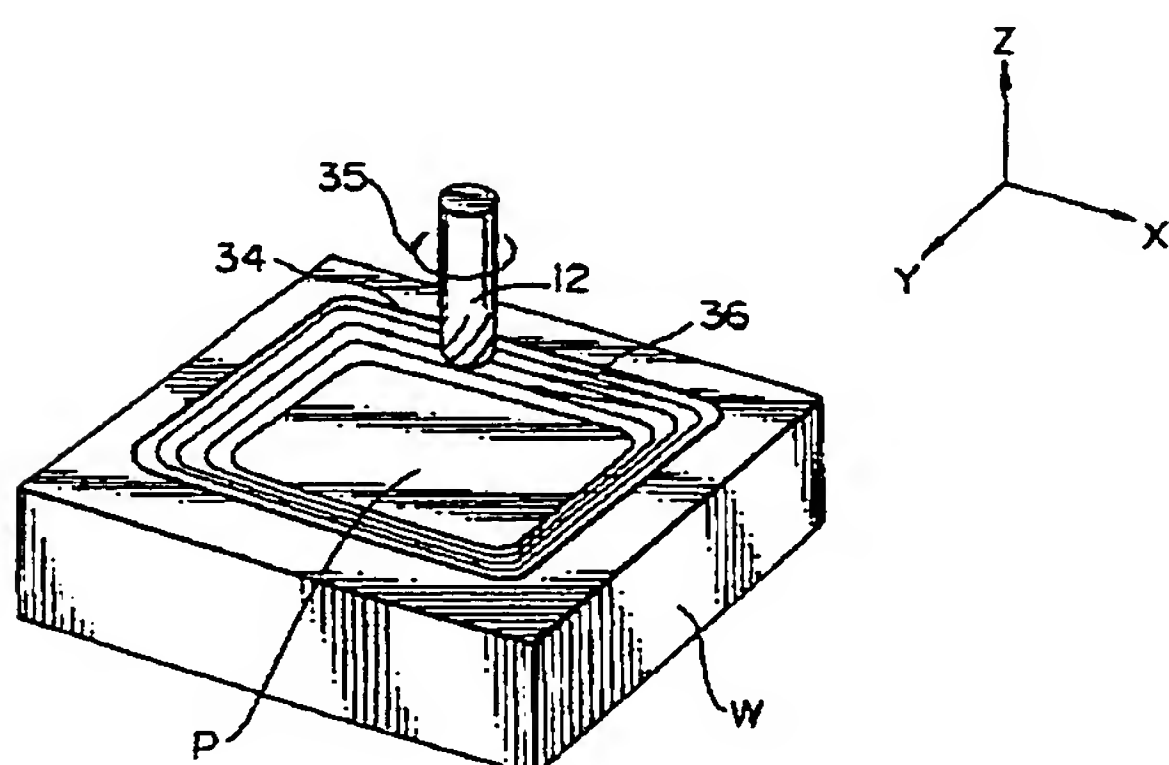
【図13】ボールエンドミルによるポケット加工の説明図である。

【図14】本発明のNC制御装置の概略ブロック線図である。

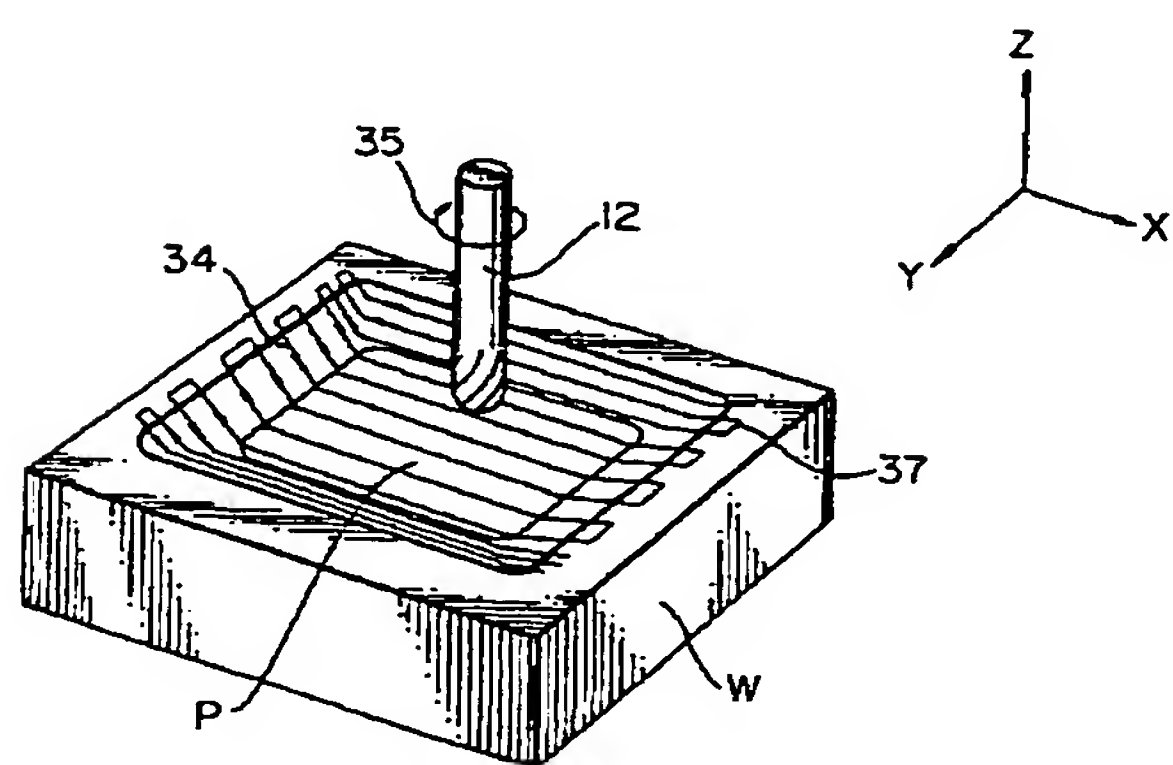
#### 【符号の説明】

- 1…工具主軸
- 5…工具ホルダ
- 9…パイプ
- 10…流体回転継手
- 11…クーラント供給源
- 12…エンドミル
- 13…クーラント供給溝
- 14…切刃
- 16…シャンク
- 18…工具装着孔
- 21…コレット
- 22…すり割り
- 23…リング
- 24…凹溝
- W…ワーク

【図9】

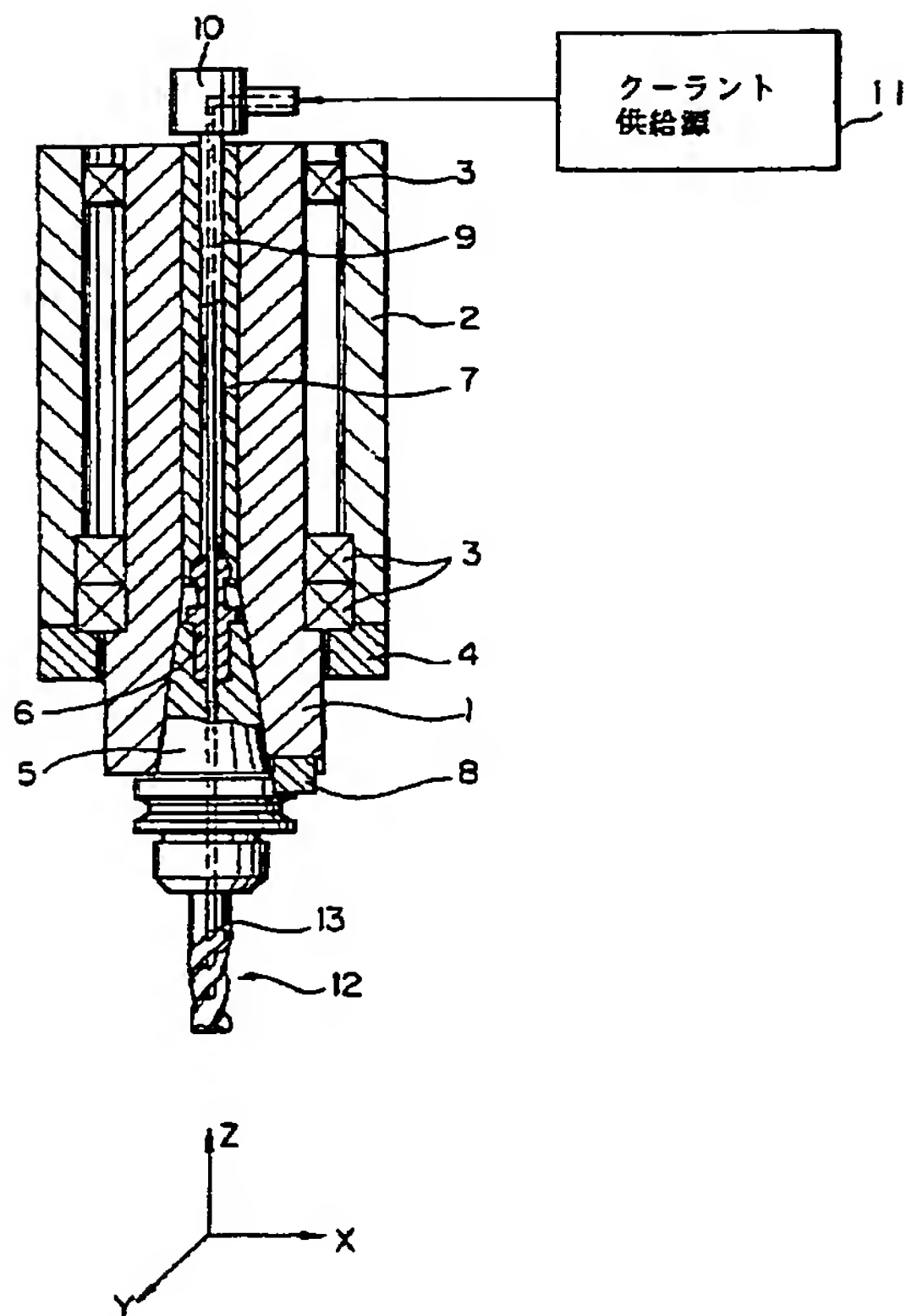


【図10】

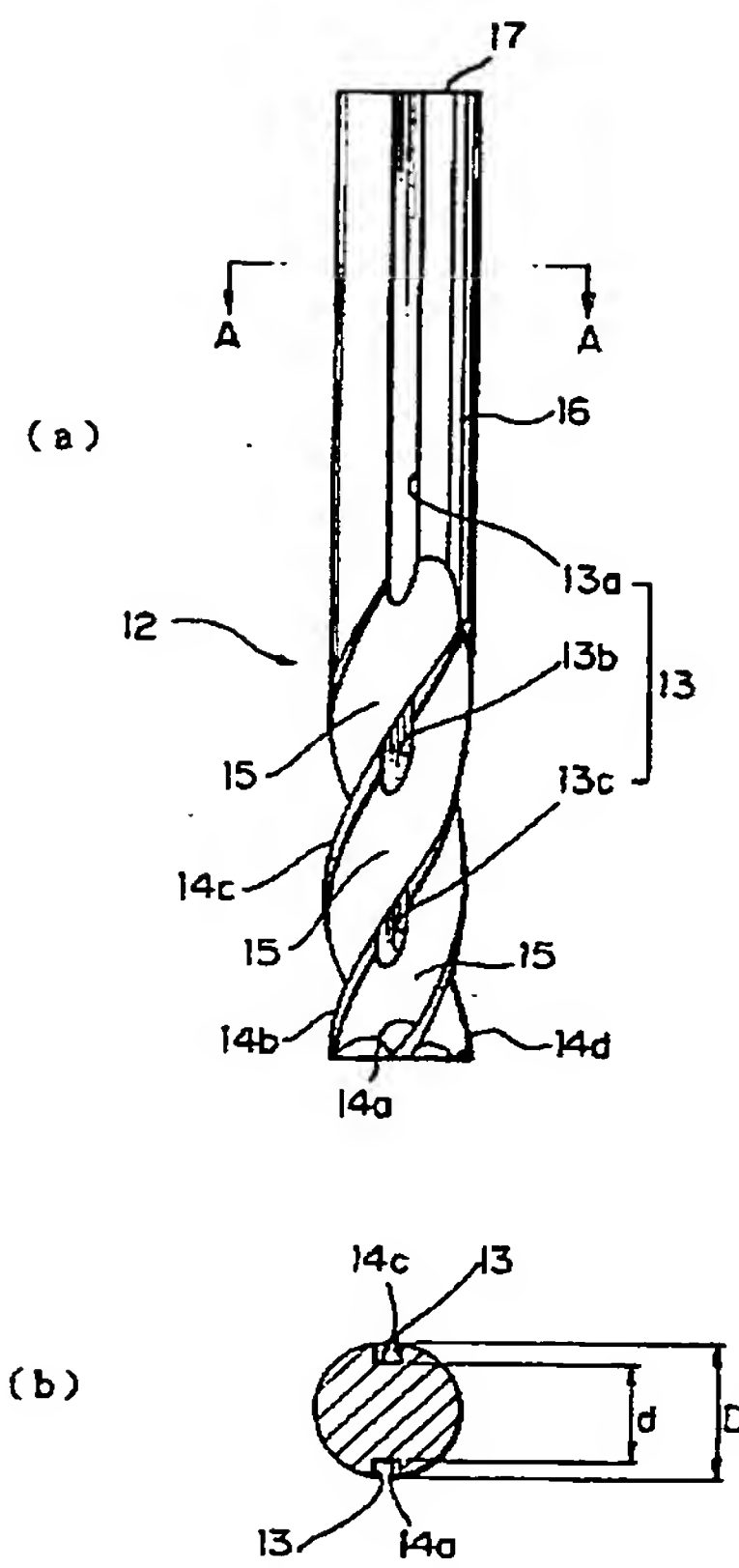




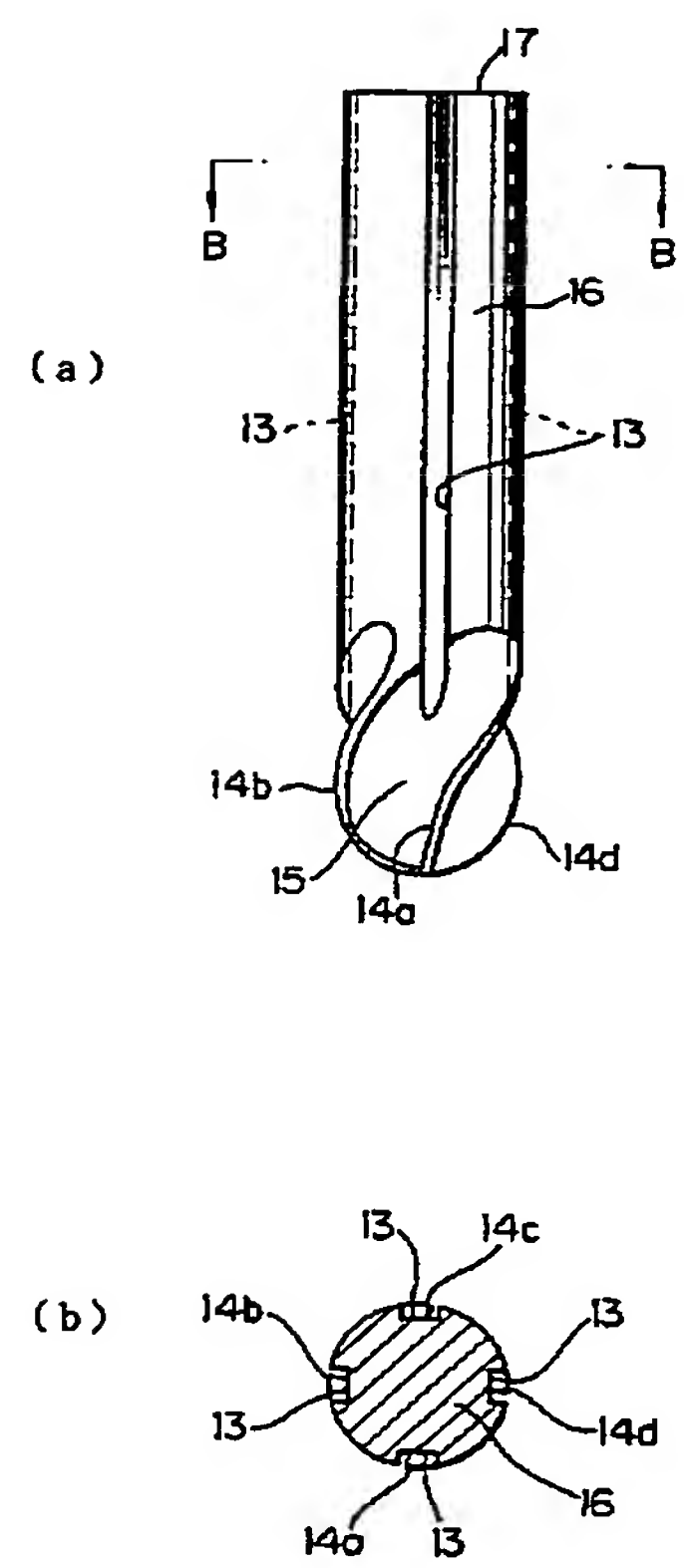
【図1】



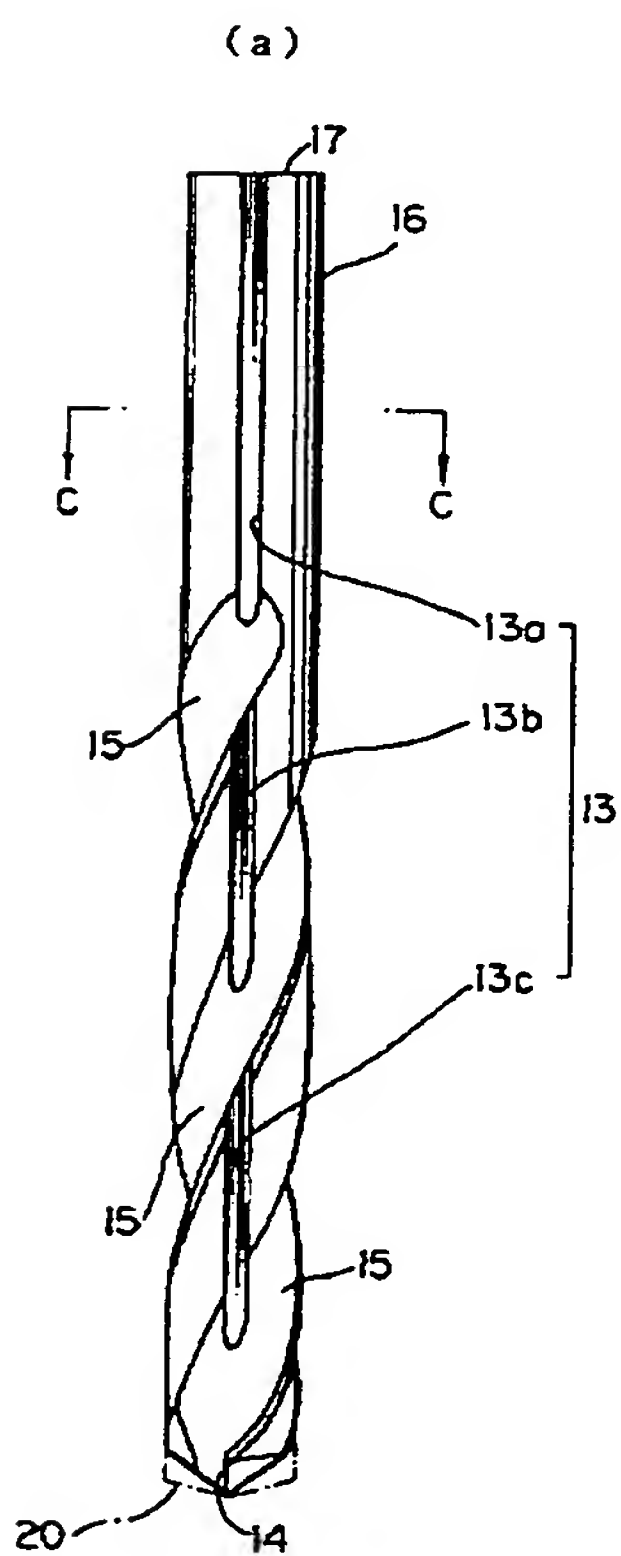
【図2】



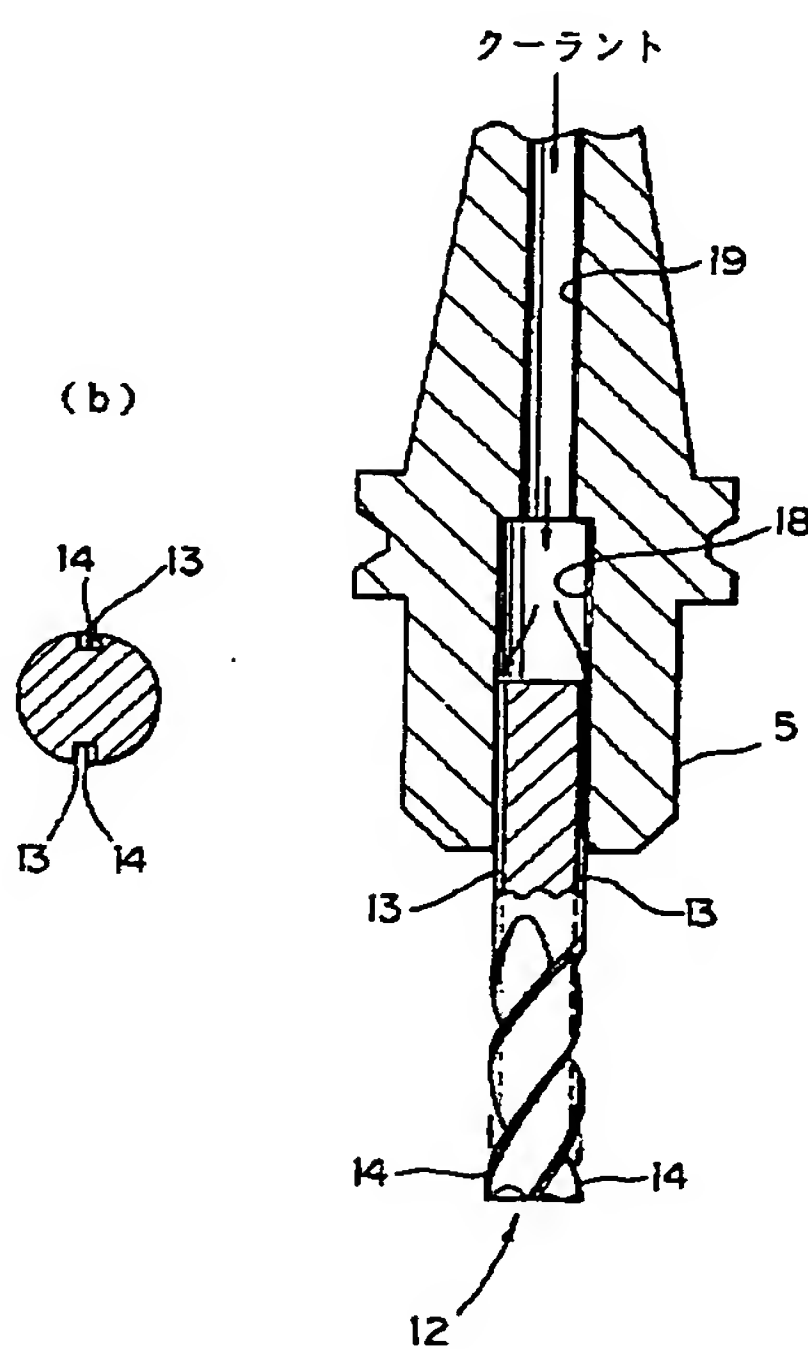
【図3】



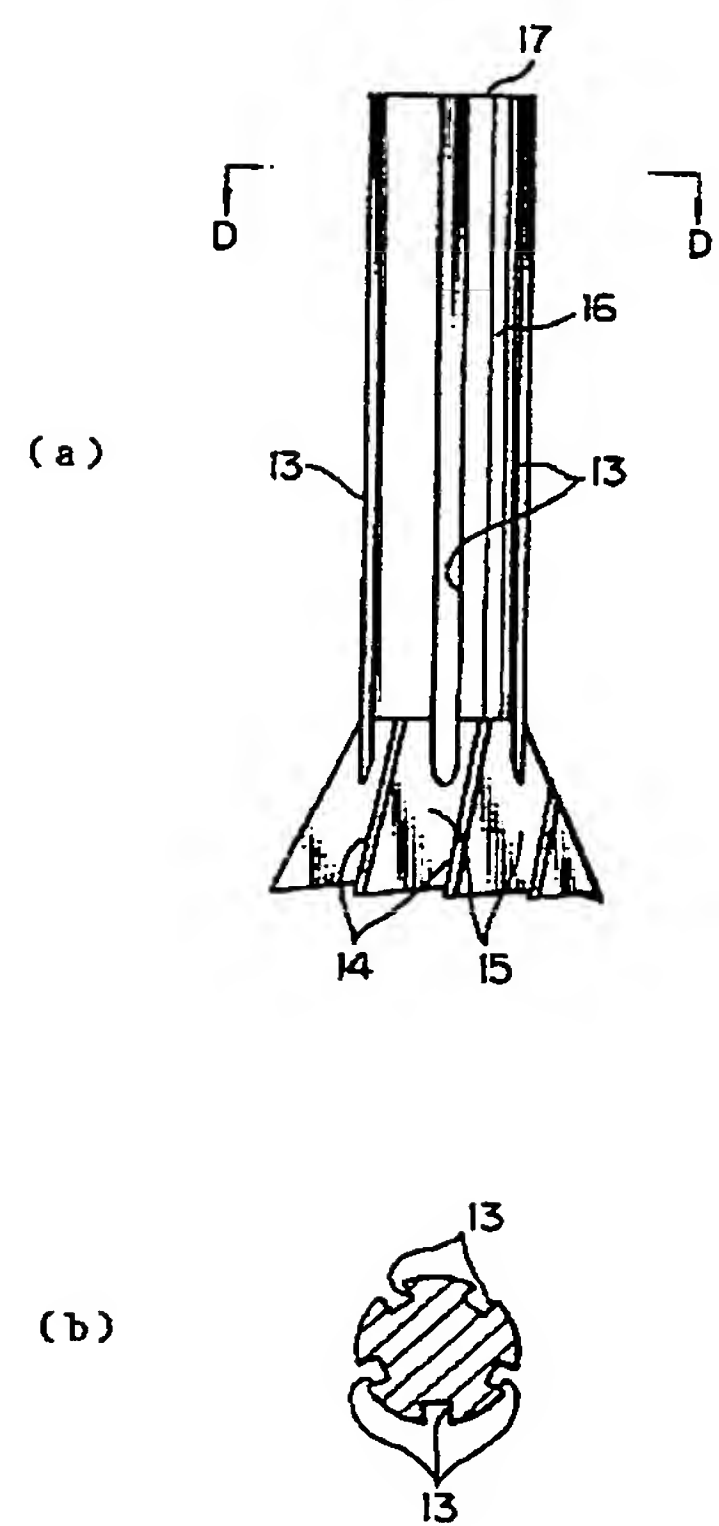
【図4】



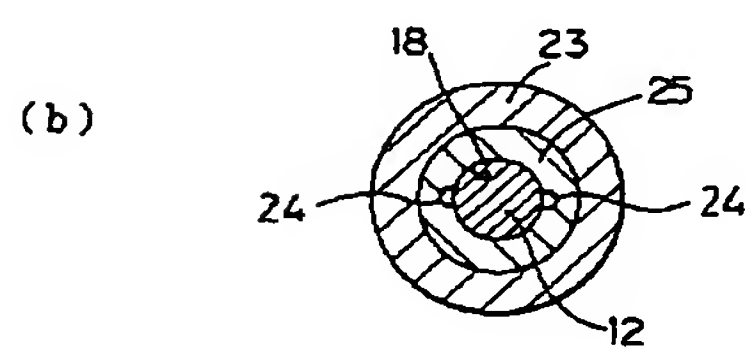
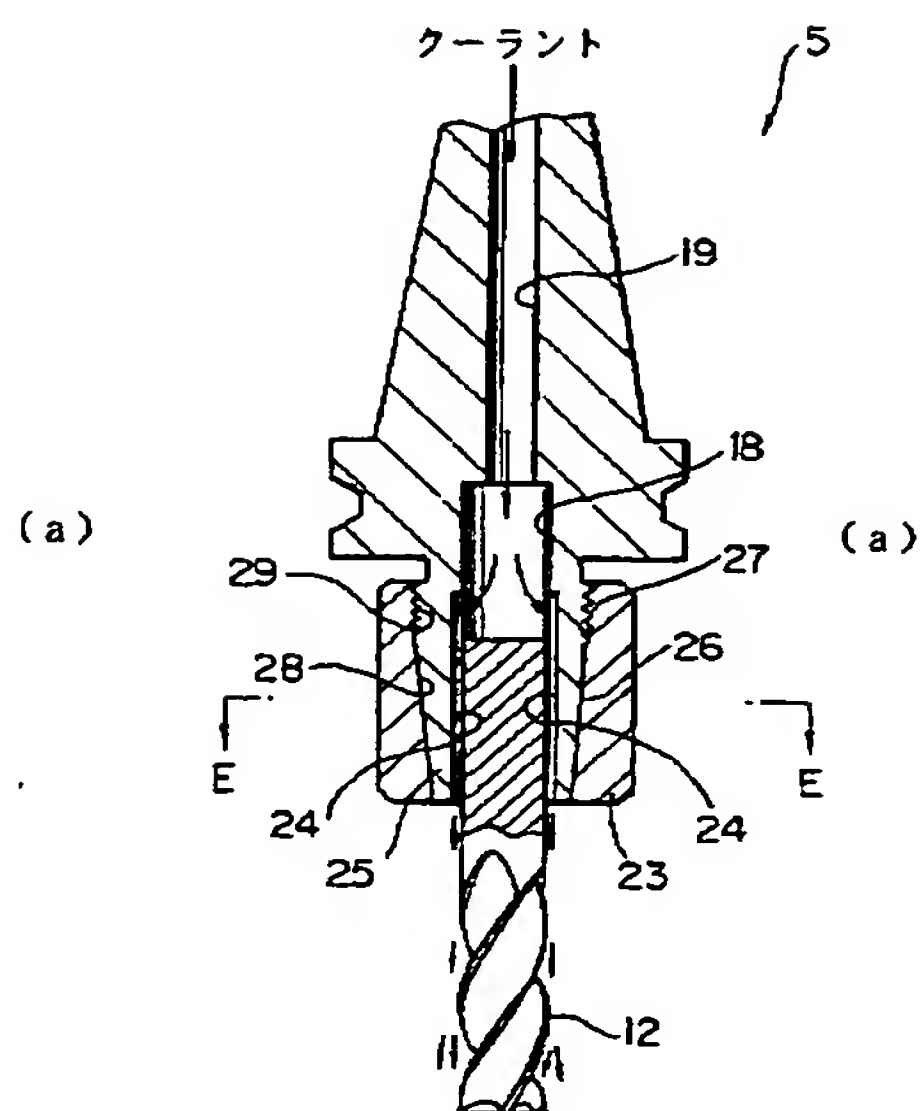
【図6】



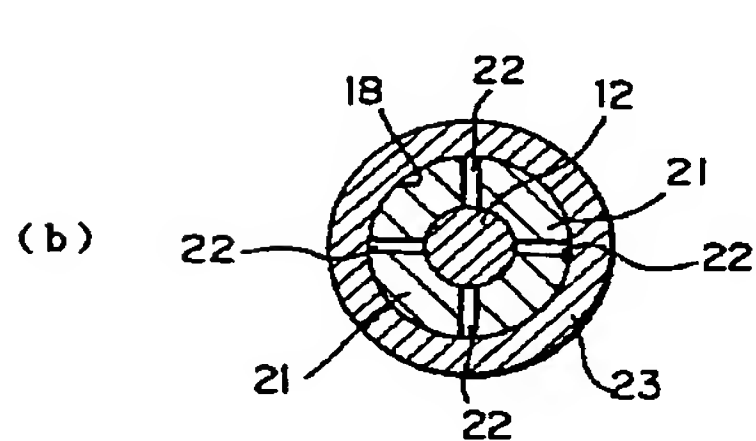
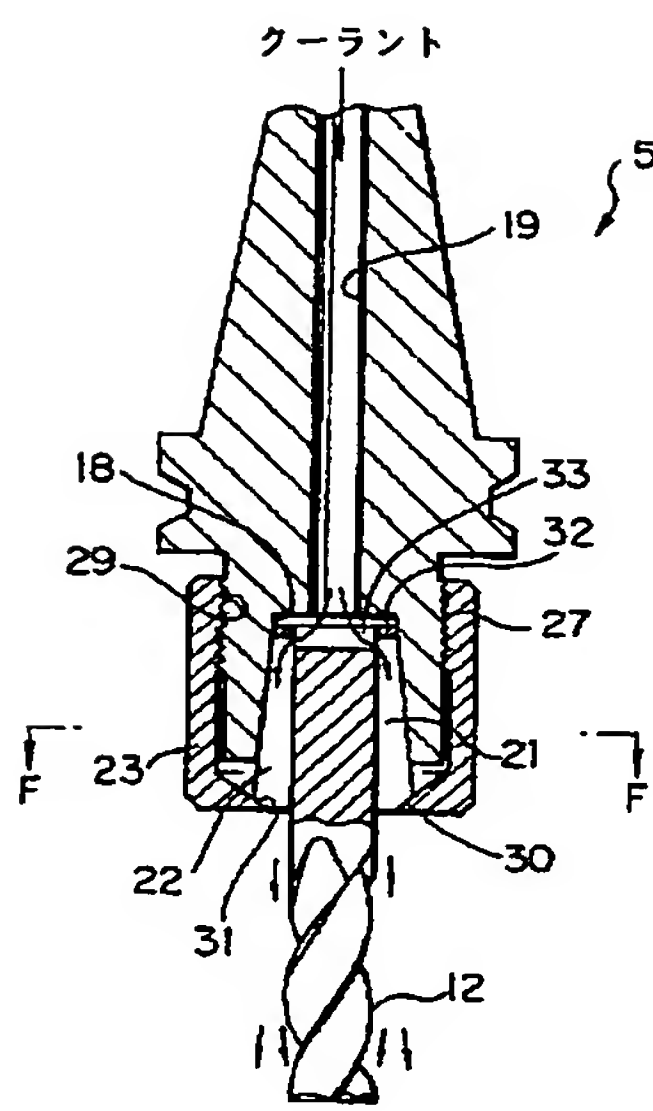
【図5】



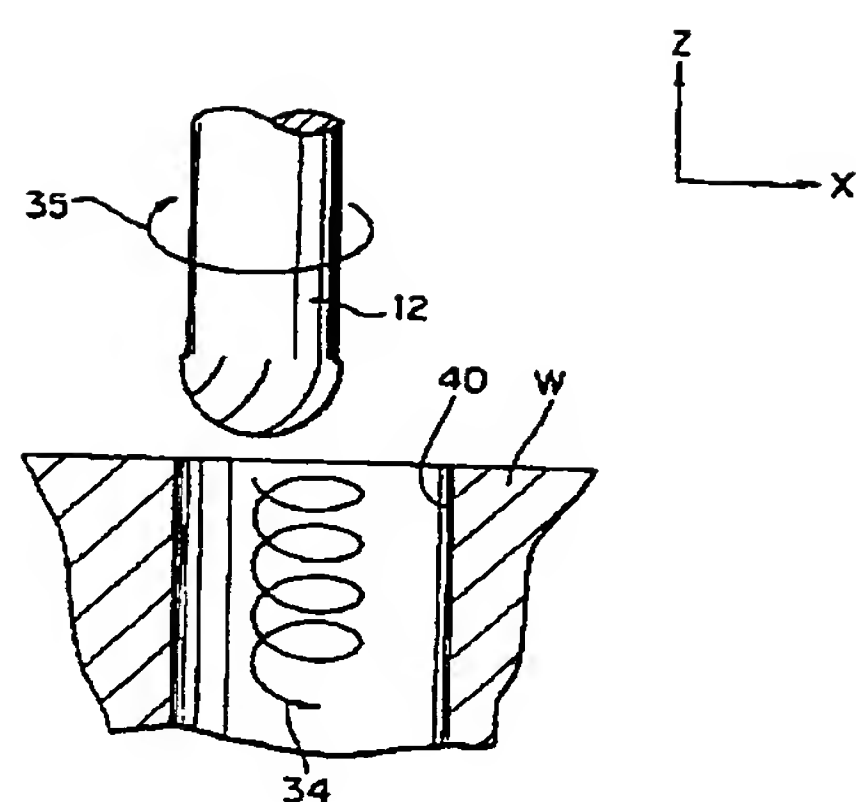
【図7】



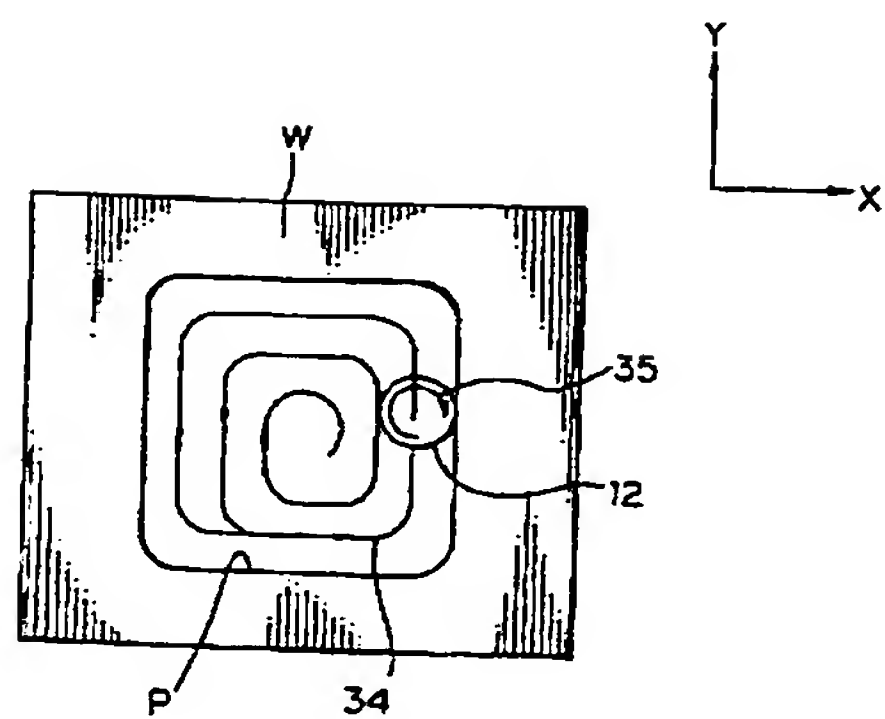
【図8】



【図12】

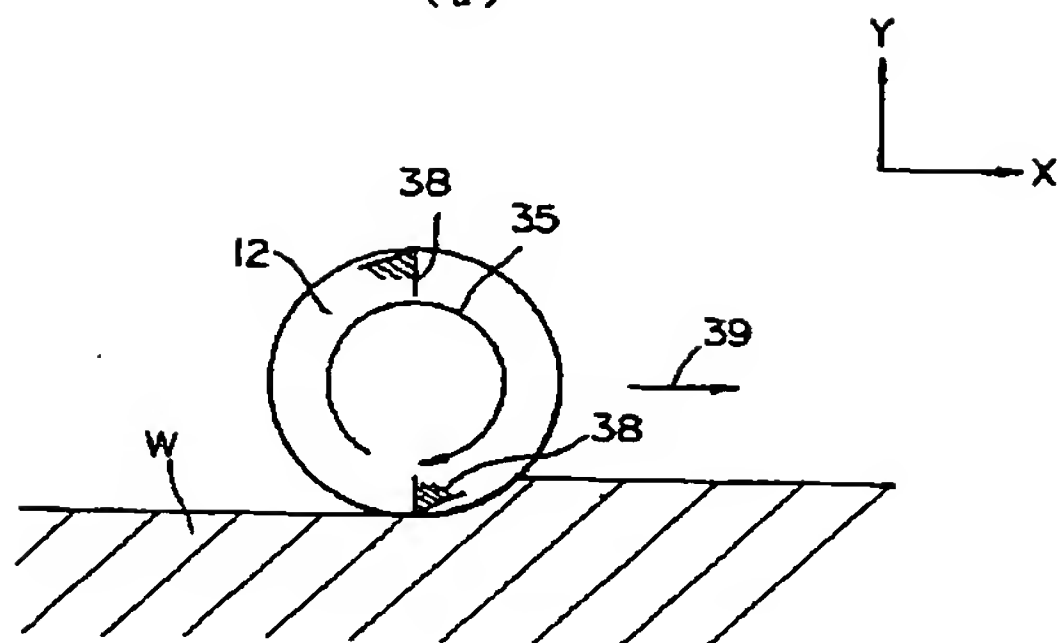


【図13】

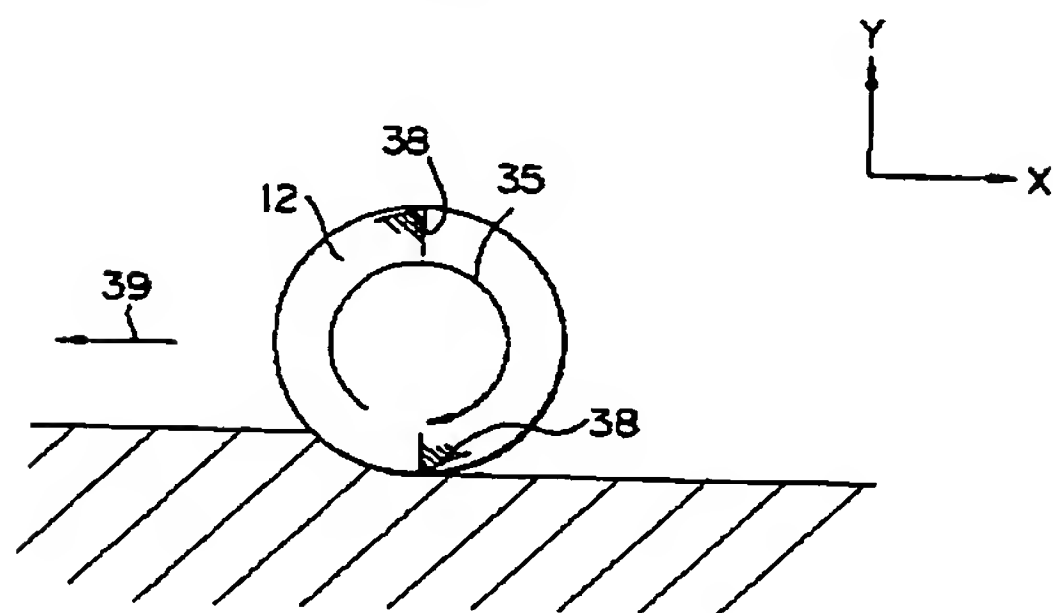


【図11】

(a)

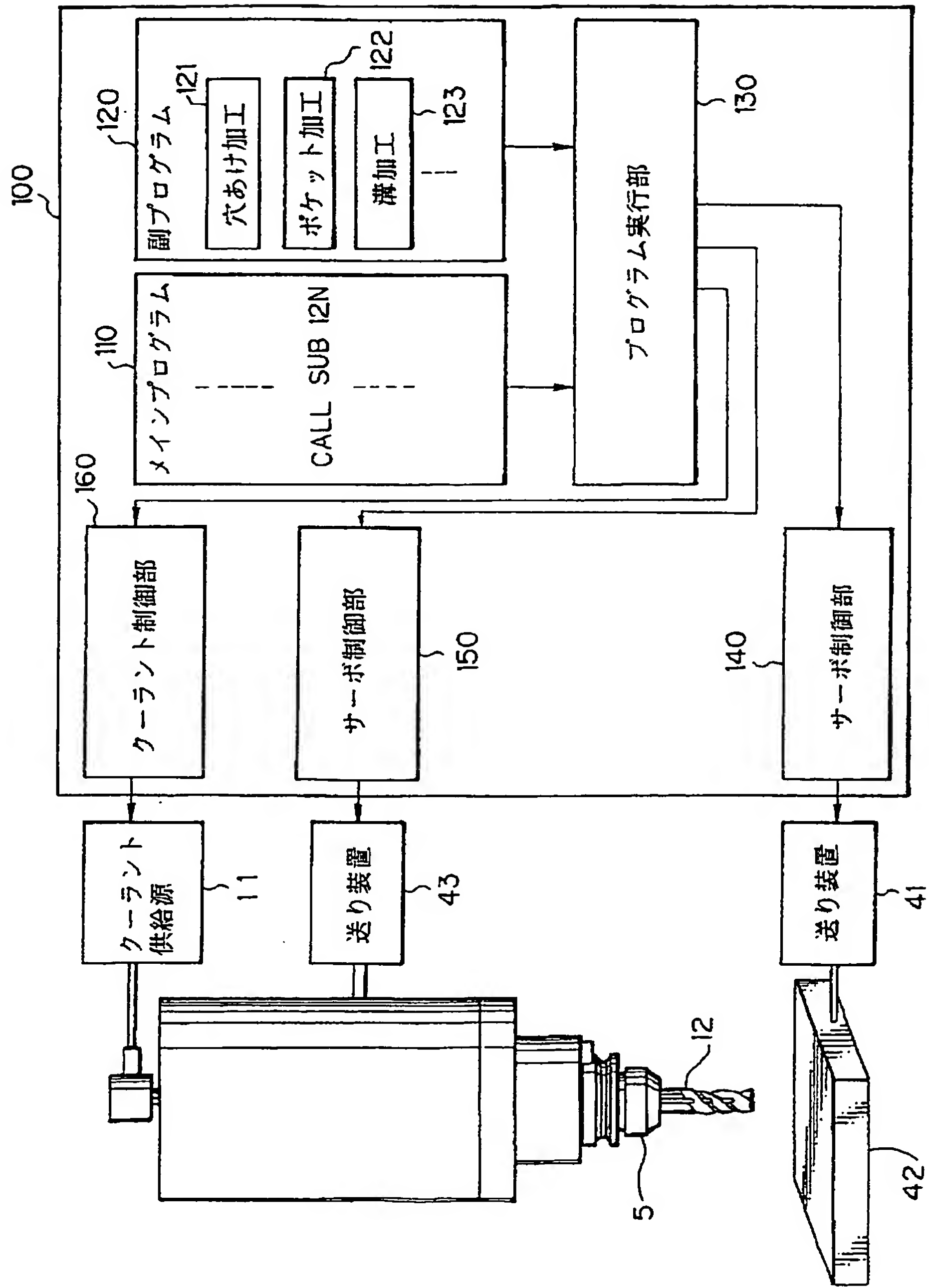


(b)





【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**